

AUTOMATISIERUNGS-TECHNIK

20

Dr.-Ing. W. Barge

Dipl.-Ing. B. Moltmann

Das Prozeßleitsystem VEM audatec im Kraftwerk



wirtschaftlich
automatisieren
1948 · 1988
VEM
audatec
VEB
GRW
TELTOW
40 JAHRE

Das Prozessleitsystem audatec im Kraftwerk

Bearbeiter: Dr.-Ing. Wilfried Barge, KDT
Dipl.-Ing. Bernd Moltmann, KDT

VEB Geräte- und Regler-Werke "Wilhelm Pieck" Teltow
Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

Herausgeber: Betriebssektion der Kammer der Technik
und Zentrale Informationsstelle WuT des
VEB Geraete- und Regler-Werke
'Wilhelm Pieck' Teltow, Betrieb des
VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

Lektor: Dr.-Ing. Joachim Kliemann, KDT

Redaktionsschluss: 30. Juni 1988

Inhaltsverzeichnis

1. Struktur der Kraftwerksautomatisierung

1.1. Ziel- und Aufgabenstellung

Waermekraftwerke haben einen grossen Anlagenwert und unterliegen hohen Sicherheits- und Zuverlaessigkeitsanforderungen. Durch den Einsatz des Prozessleitsystems audatec werden folgende Zielstellungen realisiert:

1. maximale Ausnutzung und sparsamste Verwendung der eingesetzten Energietraeger
2. hohe Verfuegbarkeit des Kraftwerksblocks
3. Senkung des Bedien- und Instandhaltungsaufwandes
4. Erhoehung der Lebensdauer
5. Gewaehrleistung einer ausreichenden Manoevrierfaehigkeit der Kraftwerksbloecke
6. umweltschonende Betriebsweise

Durch diese Zielstellung ergibt sich fuer das Prozessleitsystem audatec folgende Aufgabenstellung:

- Beherrschen von allen in Kraftwerken und Heizwerken ueblichen Betriebsverhaeltnisse und Stoerungen mit Ueberfuehrung in sichere Betriebszustaende.
- Hoher Automatisierungsgrad und hoher Automatisierungsumfang.
- Erfuellung der Anforderungen zu Lastaenderungsgeschwindigkeiten fuer die Hauptparameter von Dampferzeugern.
- Automatisierung von unterschiedlichen Feuerungsarten (Kohle, Oel, Gas) der Dampferzeuger.
- Die Anfahrzeiten des Blockes ab Zuenden sowie die erforderlichen Vorlaufzeiten (Kessel fuellen, Umwaelzpumpenbetrieb, Vorbelueftung, Anwaermen des Kessels, der Turbine usw.) sind unter Beruecksichtigung der Wirtschaftlichkeit so kurz wie moeglich zu halten. Das gilt auch fuer die Abfahrzeiten.
- Sicherung einer hohen Anlagenverfuegbarkeit durch selbsttaetige Ueberpruefung der Funktionsfaehigkeit der Hard- und Software.

Das Prozessleitsystem audatec bietet mit seinen aufgabenbezogenen Hardwareeinheiten und passfaehiger Betriebs- und Funktionssoftware die Moeglichkeit, die Anforderungen der Kraftwerksautomatisierung zu erfuellen.

1.2. Optimale Automatisierungskonzeption zum Fuehren kraftwerkstechnischer Prozesse

Kraftwerke sind komplexe Systeme mit einem hohen Automatisierungsgrad. Die Automatisierung ist charakterisiert durch eine hierarchische Organisation (/1/, Bild 1).

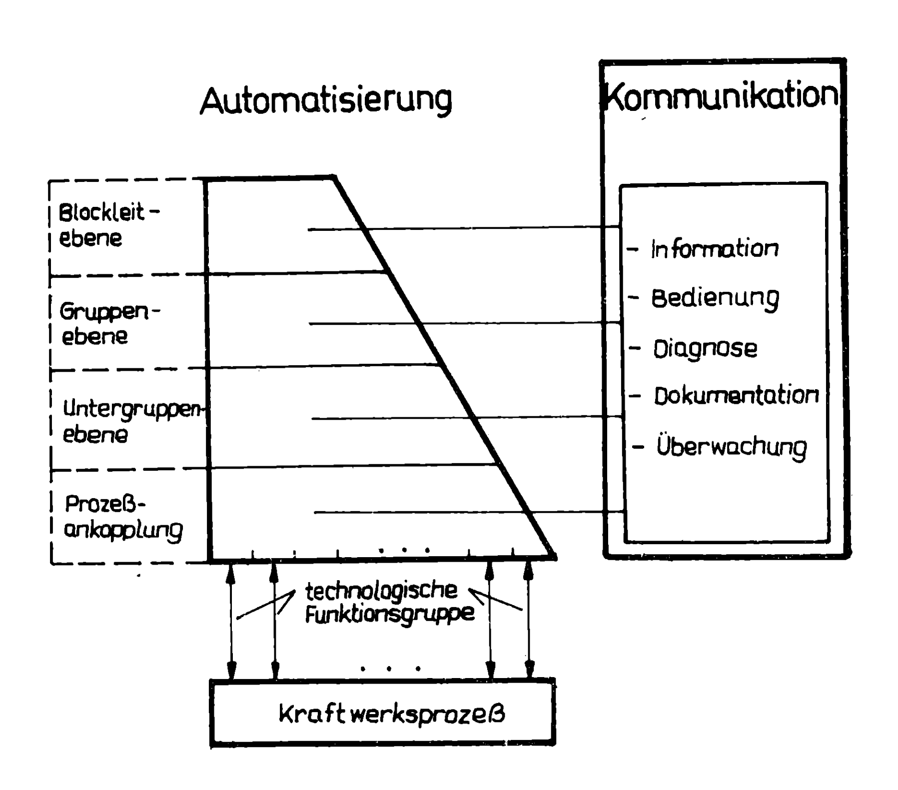


Bild 1: Struktur der Prozessleittechnik im Kraftwerk

Entsprechend den Anforderungen der Kraftwerksautomatisierung erfolgt eine Einteilung der Automatisierungsanlage in

- Informationssystem
- Regelungssystem
- Steuerungssystem
- Schutzsystem

Die Aufgaben der Automatisierungsanlage werden gemaess ihrer Komplexitaet, Schwierigkeitsgrades und Umfangs in folgende Hierarchieebenen im Kraftwerk eingeordnet:

- Blockleitebene
- Gruppenebene/Untergruppenebene
- Prozessankopplung

Daraus ergibt sich die Struktur der Automatisierungsanlage. Fuer die einzelnen Hierarchieebenen stehen optimal angepasste Teilautomatisierungssysteme zur Verfuegung. Bild 2 zeigt die Einordnung der Komponenten des Prozessleitsystems audatec in die Hierarchieebenen.

Die Funktionseinheiten der jeweils naechsttieferen Ebene sind so ausgelegt und angeordnet, dass sie auch arbeiten koennen, ohne von der naechsthoeheren Ebene gefuehrt werden muessen. In den einzelnen Ebenen werden folgende Aufgaben geloest:

- <u>Blockleitebene</u>
  Es werden die uebergeordneten Aufgaben der Blockfuehrung wie An- und Abfahrunterstuetzung, Sollwertfuehrung der Hauptregelkreise mit Optimierung, materialschonende Fahrweise von Dampferzeuger und Turbine, Lebensdauerueberwachung und Turbinenueberwachung abgearbeitet.

- <u>Gruppenebene</u>
  Hier werden alle uebergeordneten Aufgaben der verfahrenstechnischen Funktionsbereiche realisiert. Diese umfassen die Fuehrungsregelungen, die Funktionsgruppensteuerungen und alle logischen Verknuepfungen zwischen Regelungs- und Steuerungssystem

- <u>Untergruppenebene</u>
  Es erfolgen Teilsteuerungen und die Ansteuerung der Ein- und Zweirichtungsantriebe. Hier sind die Signalweichen zur Umschaltung der Regelantriebe auf Handbetrieb einzuordnen. Es werden die Einfachregelkreise und Einzelsteuerungen realisiert.

- <u>Prozessankopplung</u>
  Hier befinden sich alle prozessnahen Funktionen der Signalaufbereitung fuer Binaer- und Analogwerte. Neben der Prozessankopplung ist hier die Einbindung der konventionellen Bedientechnik fuer die traditionelle Kompaktwarte einzuordnen. Ferner sind hier die Einrichtungen fuer den Anlagen- und Aggregateschutz sowie die Verriegelung enthalten. Es erfolgt die Geber- und Stromversorgungsueberwachung der Messumformer.

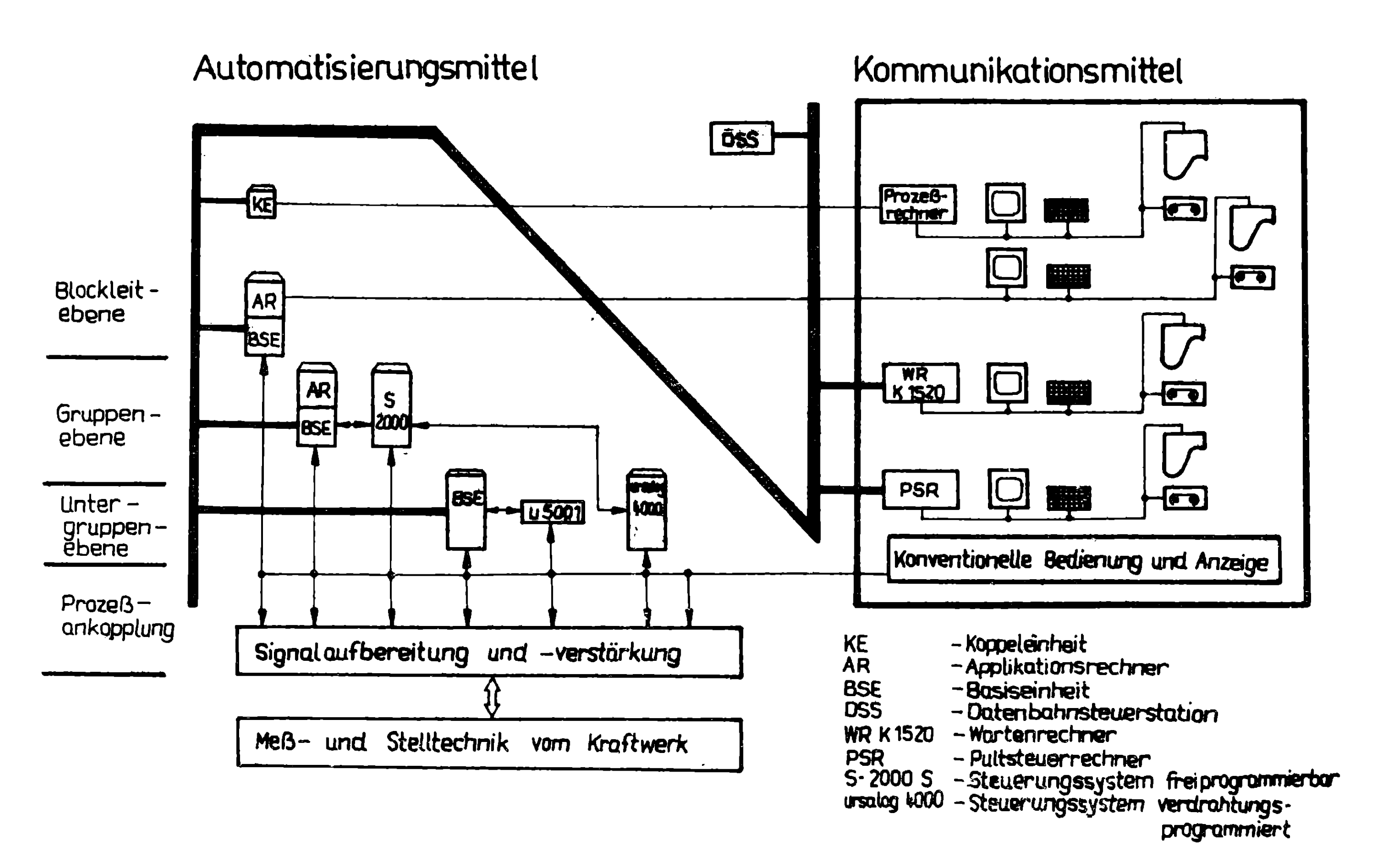


Bild 2 Einordnung der audatec-Funktionseinheiten in die Struktur der Kraftwerksautomatisierung

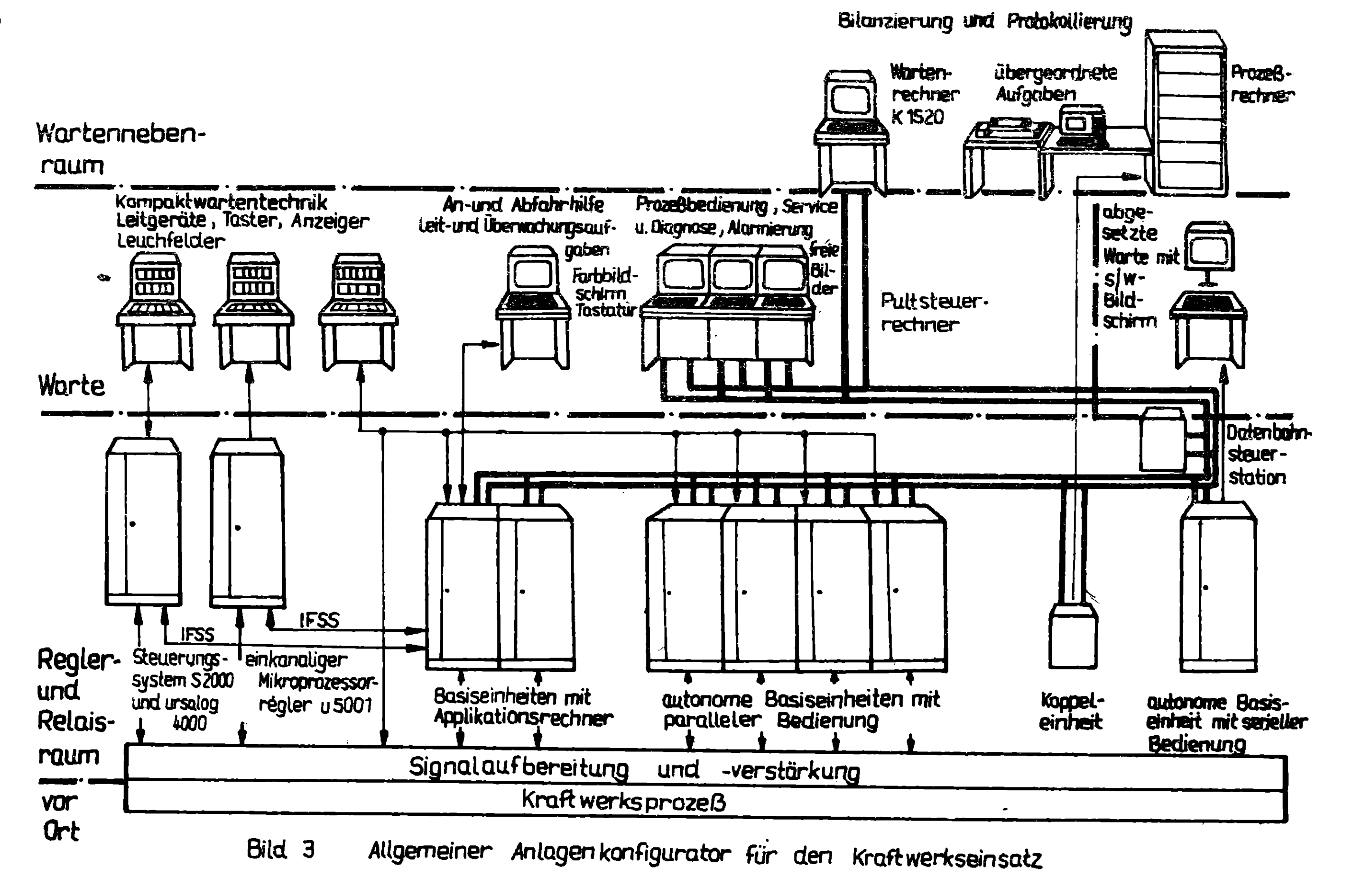


Bild 3 Allgemeiner Anlagenkonfigurator für den Kraftwerkseinsatz

1.3. Anlagenkonfigurator fuer den Kraftwerkseinsatz

Die Struktur des Prozessleitsystems audatec sowie die funktionelle Gestaltung der verschiedenen Einrichtungen ist den Erfordernissen der Kraftwerksautomatisierung angepasst.

Es wird die autonome Arbeitsweise der einzelnen Informationsverarbeitungseinheiten gewaehrleistet und die Moeglichkeit zur Prozessbedienung ueber die uebliche Kompaktwarte angeboten. Diese Doppelbedienung dient gleichzeitig als Hand-back-up. Die zusaetzliche Prozessbedienung mit konventioneller Technik kann je nach Automatisierungsaufgabe und Kundenwunsch voll ausgebaut werden bzw. entfallen.

Bild 3 zeigt den Anlagenkonfigurator, der alle Grundloesungen enthaelt, die dann entsprechend objektabhaengig zu projektieren sind.

Zum projektierbaren Systemumfang gehoeren die Standardeinheiten des Prozessleitsystems audatec wie Pultsteuerrechner, Basiseinheiten und Datenbahnsteuerstation sowie der Applikationsrechner, der Wartenrechner K 1520, der einkanalige Mikroprozessorregler U 5001, das speicherprogrammierbare Steuerungssystem S 2000 S und das verdrahtungsprogrammierbare Steuerungssystem Ursalog 4000.

Die Funktionseinheiten werden im Informationssystem, Regelungssystem und Steuerungssystem von Kraftwerken angewendet. Das Blockschutzsystem wird mit konventionellen Geraetesystemen realisiert.

Im Informationssystem werden neben den Pultsteuerrechnern und Basiseinheiten der Applikationsrechner und der Wartenrechner K 1520 eingesetzt. Bild 4 zeigt eine Aufgabenzuordnung auf die im Informationssystem eingesetzten Funktionseinheiten des Prozessleitsystems audatec.

Fuer die Realisierung von Regelkreisen bietet das Prozessleitsystem audatec 4 Varianten:

1. Mehrkanalregelung mit Basiseinheiten
   Bedienung mit Pultsteuerrechner

2. Mehrkanalregelung mit Basiseinheiten
   Doppelbedienung mit Pultsteuerrechner und Leitgeraeten

3. Mehrkanalregelung mit Basiseinheiten
   Bedienung mit Pultsteuerrechner
   Back-up Technik mit Reservebasiseinheit

4. Einkanalregelung mit Mikroprozessorreglern
   U 5001
   Doppelbedienung mit Pultsteuerrechner und Leitgeraeten

Fuer die Kraftwerksautomatisierung werden Vorzugsweise die Varianten 1, 2 und 4 eingesetzt.

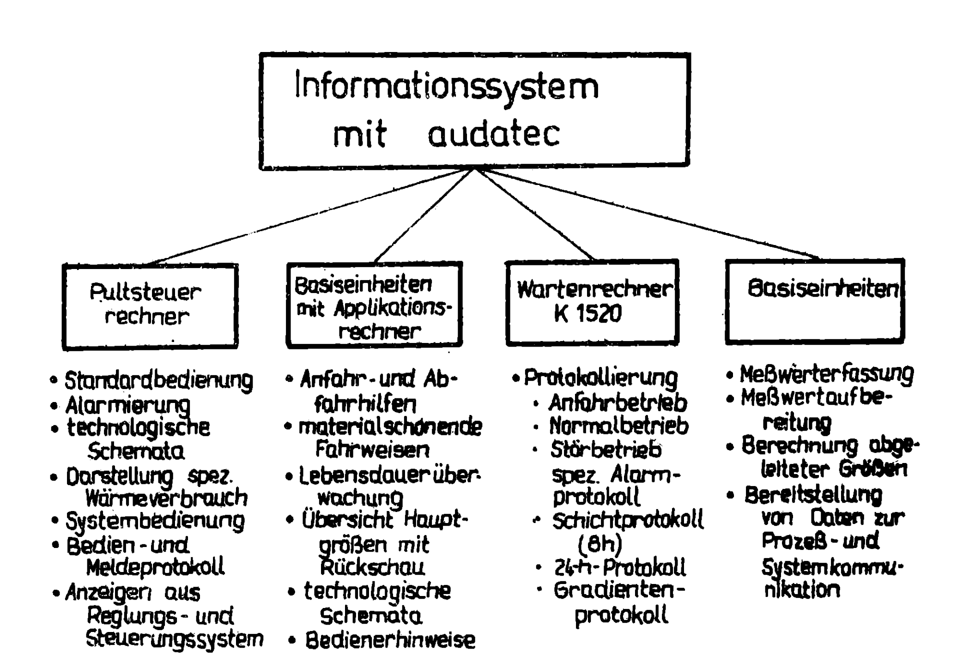


Bild 4: Aufgabenzuordnung im Informationssystem

Die beiden Steuerungssysteme S 2000 S (freiprogrammierbar) und Ursalog 4000 (verdrahtungsprogrammiert) ergaenzen sich im Kraftwerk. Mit dem elektronischen Steuerungssystem Ursalog 4000 werden der Blockschutz und Aufgaben der Untergruppenebene (Ansteuerung der Ein- und Zweirichtungsantriebe) realisiert.

Das Steuerungssystem S 2000 S wird zur Funktionsgruppensteuerung eingesetzt. Steuerungen mit Bearbeitungszeiten ueber 660 ms koennen direkt mit den Softwaremodulen des Prozessleitsystems audatec realisiert werden.

Die Abarbeitung der Steuerung erfolgt mit Hilfe der Kommunikationsstellen /4/, die Ausgangspunkt fuer die Prozesskommunikation und die Strukturierung der Software sind.

Es gibt folgende 3 Kommunikationsstellen fuer Steuerungsaufgaben /4/:

- Kommunikationsstelle Binaere Geber
- Kommunikationsstelle Binaer-Aggregat
- Binaere Leitkommunikationsstelle

2. audatec - Funktionseinheiten im Kraftwerk

2.1. Basiseinheiten

2.1.1. Grundsaetze zum Einsatz der Basiseinheiten

Mit den Basiseinheiten werden prinzipiell folgende Funktionen realisiert:

- Messwerterfassung
- Messwertaufbereitung und -verarbeitung
- Regelfunktionen (stetige und unstetige Regler, Kaskaden, rechnergefuehrte Regelungen)
- Steuerungsaufgaben (Zeitplansteuerung, Taktkettensteuerung u.a.)
- Berechnung abgeleiteter Groessen
- Bereitstellung von Daten zur Prozess- und Systemkommunikation

Die Verarbeitungsfunktionen der Basiseinheit werden durch das Betriebssystem realisiert /4/.

Fuer den Kraftwerkseinsatz wird das Betriebssystem der autonomen Basiseinheit angewendet. Es sichert alle Funktionen der Basiseinheit und bietet folgende zusaetzliche Moeglichkeiten:

- Direkte Bedienmoeglichkeit der Basiseinheit mit Kompaktwartentechnik (parallele Bedienvariante) oder mit schwarz/weiss-Bildschirm unter Umgehung des Bussystems. Es wird damit eine optimale Prozessbedienung fuer jeden Betriebszustand (Stoerbetrieb, An- und Abfahren, oertliche Leitstandsbedienung) gesichert. Die Zuverlaessigkeit und das Back-up-Verhalten verbessert sich wesentlich.

- Ankopplung eines Applikationsrechners, der als eine Rechnerkassette in der Basiseinheit integriert ist, zur Erhoehung der Rechenleistung und des Speicherplatzes fuer die Abarbeitung von Sonderaufgaben.

- Zusaetzliche Sicherung der objektabhaengigen Daten, so dass nach dem Anlauf die sofortige Betriebsbereitschaft der Basiseinheit gegeben ist.

Die Basiseinheit besitzt IfSS-Schnittstellen zur Ankopplung von einkanaligen Mikroprozessorreglern und zum Anschluss des freiprogrammierbaren Steuerungssystem S 2000 S.

2.1.2. Basiseinheit mit paralleler Bedienung

2.1.2.1. Hardwareaufbau

Bild 5 zeigt den Konfigurator fuer diese Basiseinheit.

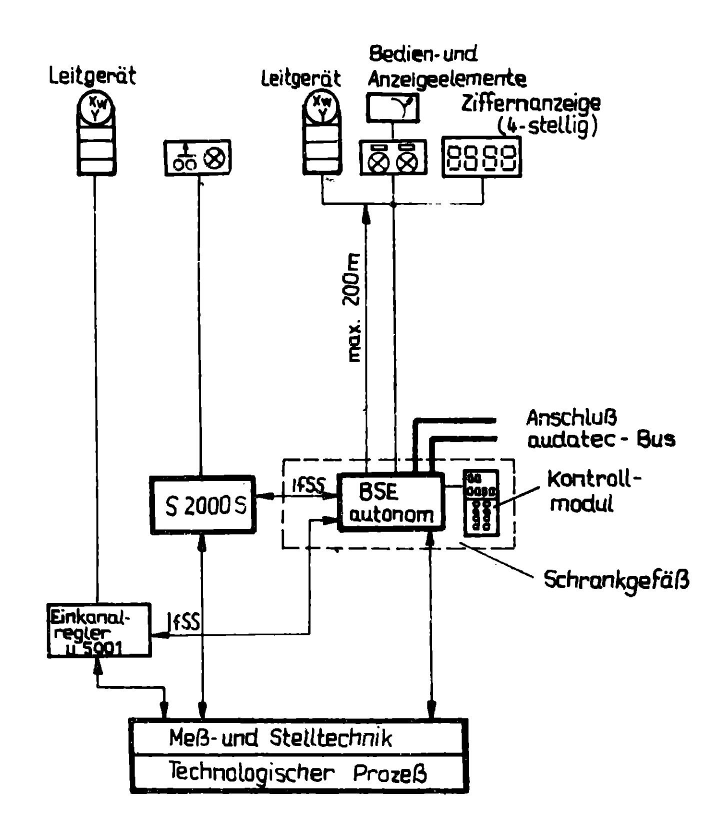


Bild 5: Basiseinheit-autonom
parallele Bedienvariante

Sie ist an den audatec-Bus anschliessbar. Die Prozessbedienung erfolgt mit konventioneller Bedien- und Anzeigetechnik. Wie bei allen Basiseinheiten ist die Systembedienung mit dem Kontrollmodul und dem Tastatur- und Anzeigevorsatz vorgesehen.

Der zur Systembedienung eingesetzte Kontrollmodul ermoeglicht zusammen mit der im Rechnerkern eingesetzten PPE K 0420.05 und EPROM-Aufnahmeeinrichtung PAE K 0422 die direkte Programmierung

von EPROM's, die Pruefsummenbestimmung und die rekursive Pruefsummenbestimmung. Tabelle 1 zeigt die Rechnerkernbelegung fuer die Grundeinheit 1 des Schrankes der Basiseinheit.

Steckplatz	Baugruppe	Ebene/ Adresse	Bemerkung
93	UEB 612.10		Ueberwachung
89	UEB 612.09	90 H	Ueberwachung
85	ZRE K 2521.05	80 H	Recheneinheit
81	KAB 3708.02		Reset-Baustein
77	ZI-SE 3654.02	E 8 H	Kopplung zum audatec-Bus
73	ZI-UE 3602.01		Kopplung zum audatec-Bus
69	ZI-SE 3654.02	F 8 H	Kopplung zum audatec-Bus
65	ZI-UE 3602.01		Kopplung zum audatec-Bus
61	PFS K 3820.05	1000 H	Betriebssystem (Grundbereich)
57	OPS K 3523.05	9000 H	objektabhaengige Listen
53	PFS K 3820.05	1 - 5000 H	Betriebssystem (1. Ebene)
49	OPS K 3523.15	D [illegible]0 H	objektabhaengige Listen
45	PFS K 3820.05	2 - 5000 H	Betriebssystem (2. Ebene)
41	PFS K 3820.05	3 - 5000 H	Betriebssystem (3. Ebene)
37	PFS K 3820.05	4 - 5000 H	objektabhaengige Listen
33	KOMO 3705.01	F 0 H	Kontrollmodul mit TAV
29	ISI 612.11	5 - 3000 H	Kopplung Applikationsrechner
25	ISI 612.11	6 - 3000 H	Kopplung U 5001 oder S 2000 S
21	ISI 612.11	7 - 3000 H	Kopplung U 5001 oder S 2000 S
17	ISI 612.11	8 - 3000 H	Kopplung U 5001 oder S 2000 S
13			
9	PPE K 0420.05		EPROM-Programmierung mit PAE 0422
5	BVE 2329.02		Busverstaerker
1	BVE 2329.01		Busverstaerker

Tabelle 1: Rechnerkern der autonomen Basiseinheit mit paralleler Bedienung

Alle Bedien-, Anzeige- und Registrierfunktionen, die direkt mit der Basiseinheit realisiert werden, muessen mit Hilfe der Prozessein/-ausgabekarten der autonomen Basiseinheit realisiert werden.

Die Bilder 6 und 7 zeigen die geraetetechnischen Zusammenschaltungsplaene der autonomen Basiseinheit und Bedien- und Anzeigebausteinen.

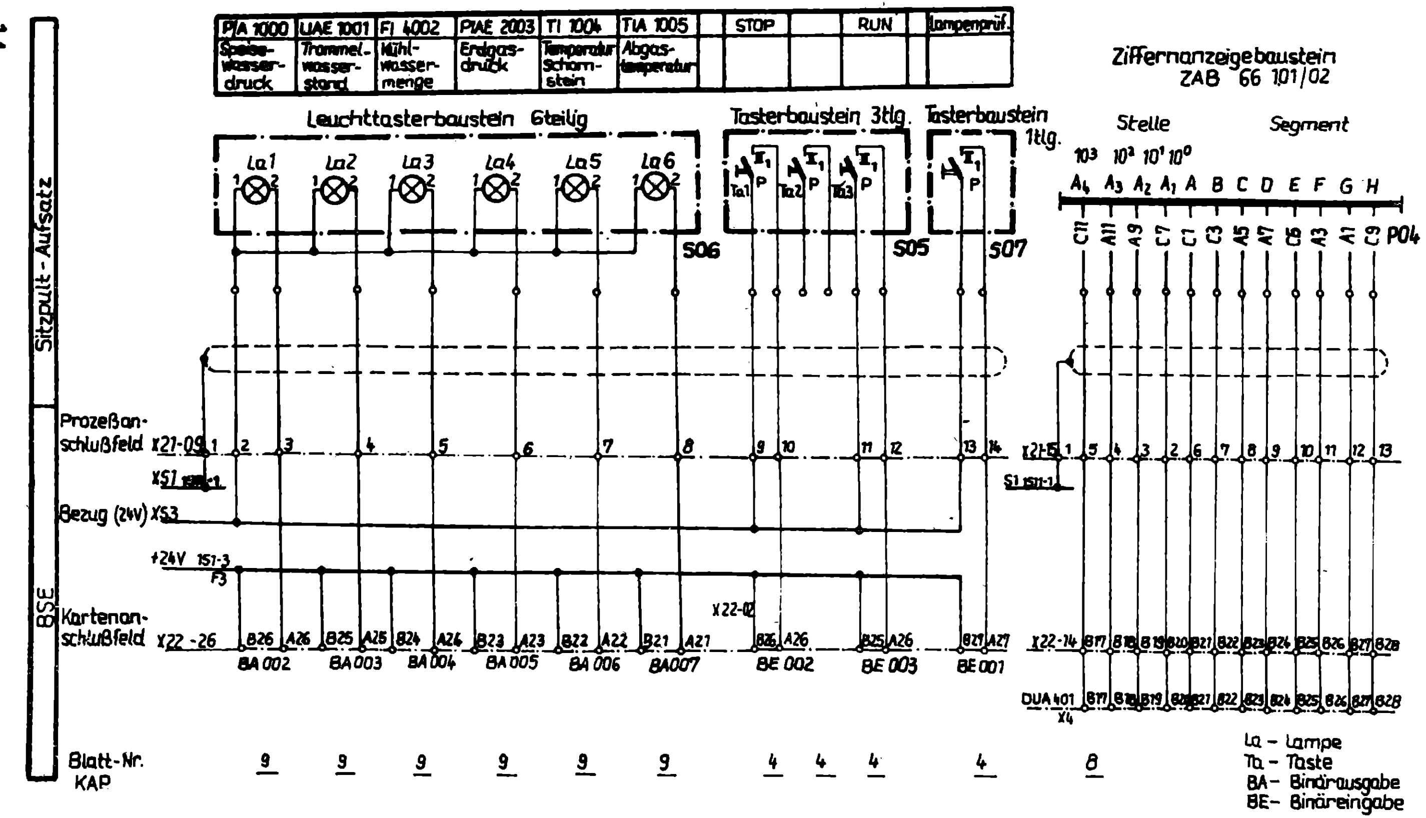


Bild 6 Funktionsschaltplan Meßstellenanwahl und -umschaltkomplex mit Ziffernanzeige

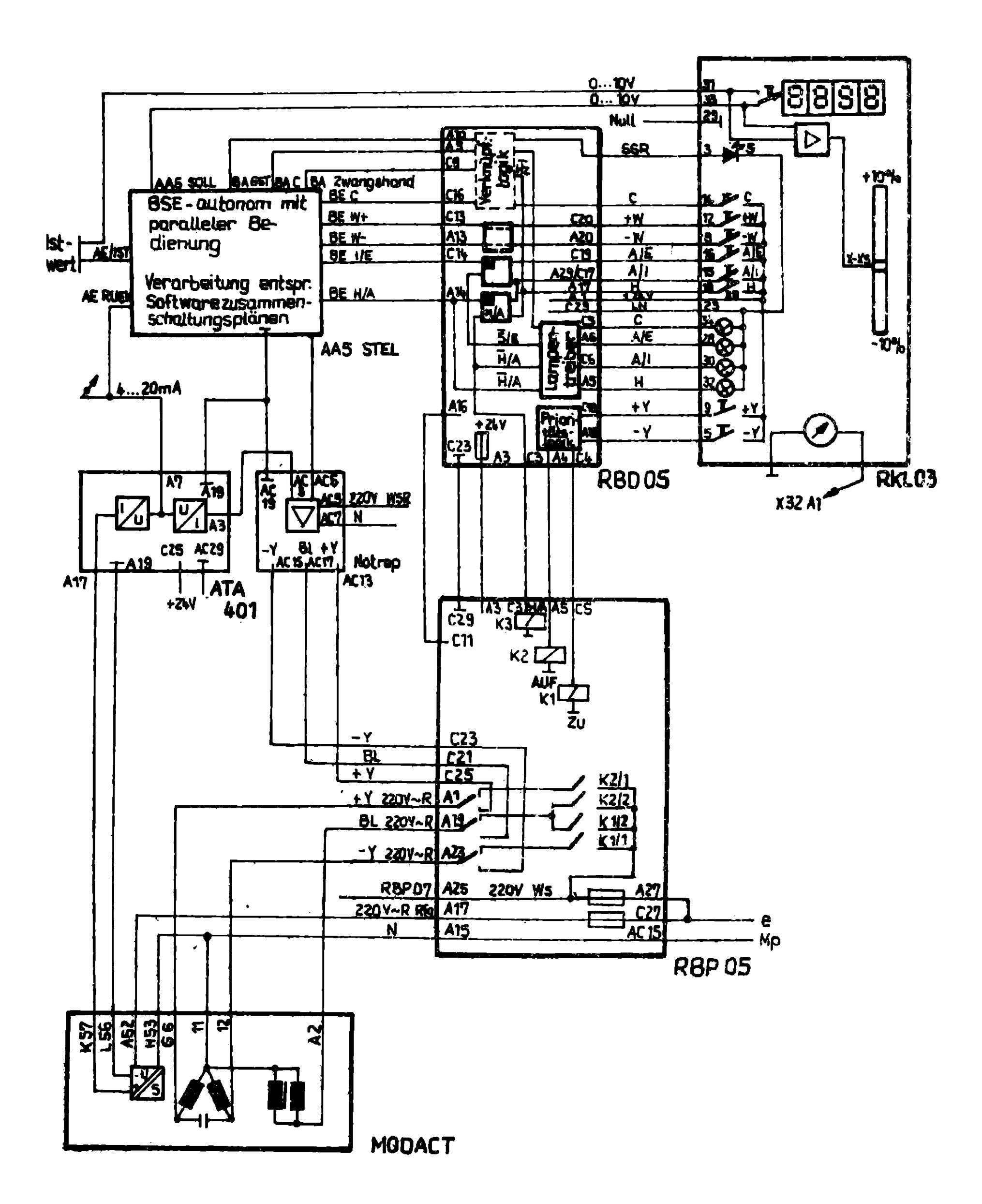


Bild 7: Leitgeräteanschluß an eine Basiseinheit

Bei der Messstellenanwahl wird die angewaehlte Messstelle mit der Lampe 1 bis 6 und der zugehoerige Wert mit dem Ziffernanzeigebaustein angezeigt (Strukturplan siehe Pkt. 2.1.2.2.). Die Verschaltung erfolgt ueber die seitliche Anschlussebene der Basiseinheit.

Bei der Leitgeraetebedienung eines Regelkreises werden die Logiksignalweiche RBD 05 und die Modaotsignalweiche RBP 05 eingesetzt. Sie garantieren die sichere Handfahrweise des Regelkreises bei Rechnerausfall mit Anzeige des Ist- und Stellwertes.

2.1.2.2. Programmtechnische Realisierung der Direktbedienung

Die Ausruestung der BSE mit Bedien- und Anzeigeelementen erfolgt projektabhaengig. Dazu sind entsprechende PEA-Kanaele in der Funktionseinheit zu strukturieren und mit den Bedienelementen und Geraeten zu belegen.

Zur internen Ankopplung an die prozessspezifische Datenverarbeitung (Verarbeitungsketten in der BSE) stehen spezielle Bedienmodule zur Verfuegung, die gesondert zu strukturieren sind. Diese werden an zentraler Stelle in der Funktionseinheit unabhaengig von der Zykluszeit der zugehoerigen Verarbeitungskette abgearbeitet. In Tabelle 2 ist der zur Verfuegung stehende Satz an Modulen aufgelistet.

Die Bedienmodule sind analog den Basismodulen zu strukturieren, das heisst es sind Verschaltungsinformationen und Parameterinformationen anzugeben. Signalmaessig ist der Zugriff auf Prozessabbild, Merker und KOM-Block moeglich. Bei der Strukturierung sind 2 Besonderheiten zu beachten:

- Da alle Bedienmodule der Funktionseinheit zu einer Kette zusammengefasst werden, werden die Einzelmodule zur Kennzeichnung mit einer Modulnummer versehen.

  Einzelne Messstellen, die gemeinsam einer Anzeige (analog oder Ziffernanzeige) zugeordnet werden, werden als 'Messstellenkomplex' bezeichnet. Es sind maximal 20 Komplexe (0 bis 19) moeglich, wobei die Anzahl der Messstellen pro Komplex praktisch nicht begrenzt ist (max. 255).

  In der Komplexbelegungsliste werden die Messstellen naeher spezifiziert. Sie ist nur auszufuellen, wenn sie fuer die Verarbeitung erforderlich ist.

  Den Anzeigekomplexen sind zentrale Arbeitszellen im System zugeordnet. Darueber wird zum Beispiel der Lampentest in einzelnen Modulen gesteuert. Module mit gleicher Komplexnummer sind deshalb ueber die oben beschriebene Anwahlfunktion hinaus ueber ein gemeinsames Statusbyte verkoppelt.

Mit den Bedienmodulen ist eine reine Parallelbedienung (ein Geraet pro Funktion) oder eine gemischt seriell/parallele Bedienung (Komplexe mit Anwahl) realisierbar und es ist der Anschluss spezieller Bedien- und Anzeigeelemente (Leitgeraet, Ziffernanzeige ueber FAB) moeglich.

Modul	Katalog-Nr.	Verwendung
Zeitschaltmodul	SB ZTSM 01	zyklische Umschaltung der Messstellennummer eines Bedienkomplexes
Lampentest	SB LATE 01	Abfrage eines Lampentestsignals
Aktualisierung	SB AKTU 01	zyklische Aktualisierung der Messwertanzeige mit generierbarer Tastzeit
Messwertanwahl	SB MANW 01	Direktanwahl von maximal 16 Messstellen ueber Binaereingabe
binaere Messstellenanzeige	SB BANZ 01	Ansteuerung von maximal 8 binaeren Ausgaengen in Abhaengigkeit von der Anwahlnummer
Ziffernanzeige	SB DIAN 01	Modul zur Anzeige von Prozessgroessen, analogen Merkern und Anwahlnummern ueber KES DUA 401
Analoganzeige	SB ANAN 01	Ausgabe von Signalen auf KES AA 5 K mit Messstellenanwahl
Leitgeraetemodul	B LEIT 01	Modul zum Anschluss eines Leitgeraetes RKL 03 zur Bedienung und Anzeige
Leitgeraetemodul mit Signalweichen	B LGSW 01	Modul zum Anschluss eines Leitgeraetes RKL 03 an die BSE autonom (geeignet fuer Einsatz im Verbundsystem) zur Bedienung und Anzeige
stetige Wertaenderung	B STEW 01	stetige Aenderung des Sollwertes einer KOMS durch unstetiger Ansteuerung (hoeher/tiefer)

Tabelle 2: Bedienmodule

Bei der Strukturierung der Modulkette ist die logische Verarbeitungsfolge (Eingangs-Ausgangsbeziehung zwischen den Modulen) zu beachten.

a) Realisierung eines einschleifigen Regelkreises mit Einsatz des Leitgeraetemoduls

Bild 8 zeigt den prinzipiellen Einsatz des Bedienmoduls LGSW im einschleifigen Regelkreis. Die Bedienung des Regelkreises erfolgt am RKL 03. Die Regelgroesse und das Stellungsrueckfuehrsignal werden ueber die Primaerverarbeitung PVLI (00 und 01) aufbereitet und im KOM-Block abgelegt.

Das Regelmodul RGL (02) gibt den Stellausgang ueber das Modul STA5 (05) an das Prozessabbild. Das Bedienmodul LGSW verarbeitet die Binaersignale vom Leitgeraet RKL 03 zur Steuerung der Betriebsart im KOM-Block, zur Sollwertkorrektur und zur Umschaltung der Bedienung (C am RKL 03).

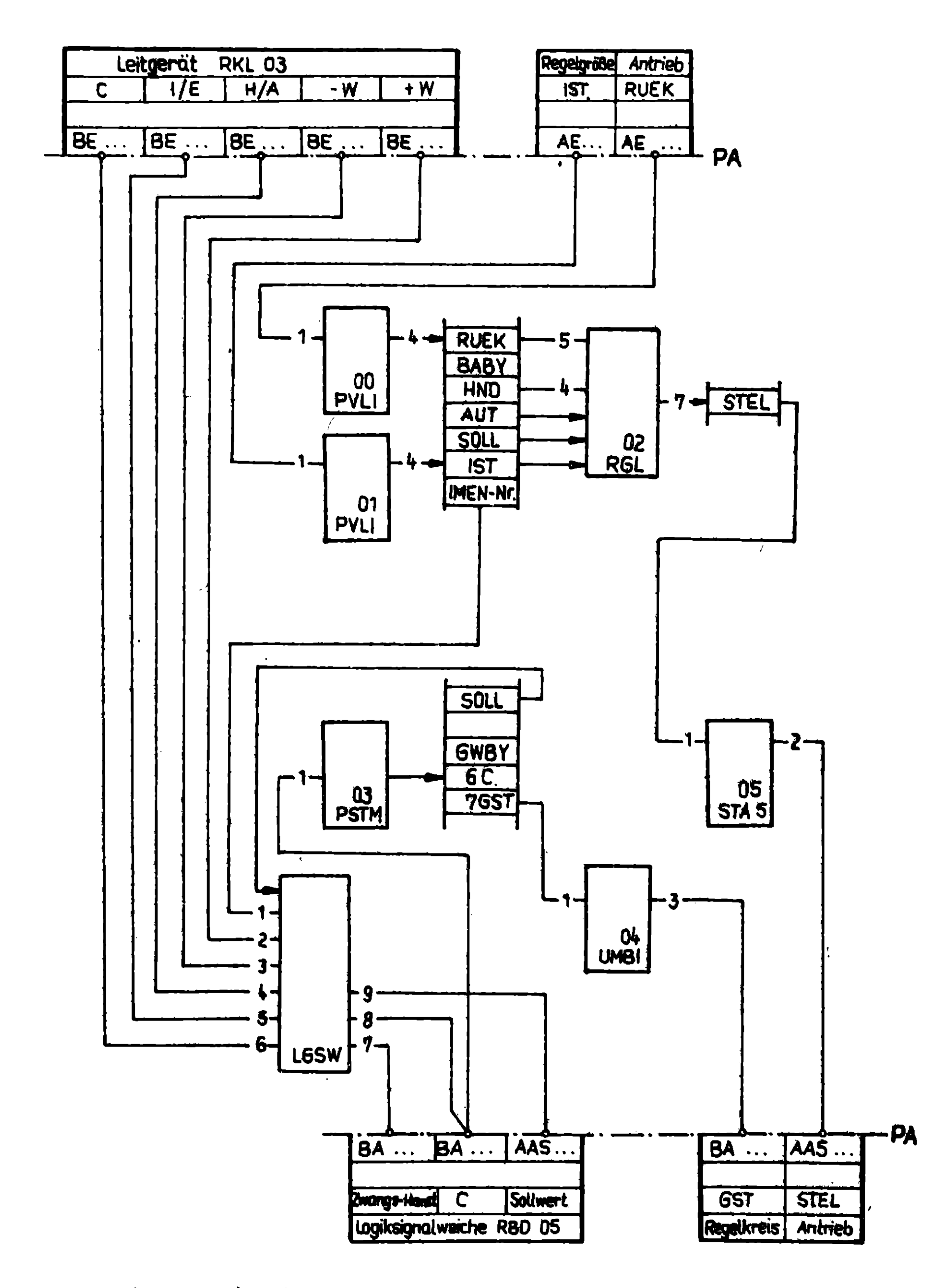


Bild 8: Prinzipieller Strukturplan
Zusammenschaltung Leitgerätemodul – Logiksignalweiche
einschleifiger Regelkreis

Das Bedienmodul LGSW arbeitet unmittelbar mit dem strukturierten KOM-Block zusammen und uebergibt an die Logiksignalweiche RBD 05 den Sollwert, den gespeicherten Zustand C und ein Zwangshandsignal.

Das Modul PSTM (03) sichert die Anzeige der Bedienart im PSR, wenn die autonome BSE im Verbundsystem gekoppelt ist. Ueber das Modul UMBI (04) koennen Stoermeldungen an den Regelkreis uebergeben werden. Mit dieser Loesung ist eine Bedienung des Regelkreises ueber RKL 03 oder Bedienpult moeglich (z. B. in unterschiedlichen Betriebsphasen der technologischen Anlage).

Die Umschaltung erfolgt ueber den C-Taster am Leitgeraet. In /4/ ist die Realisierung einer Kaskadenregelung mit Einsatz des Leitgeraetemoduls dargestellt.

b) Messstellenanzeige ueber Ziffernanzeige

Bild 9 zeigt den Einsatz der Bedienmodule zur Realisierung von Ziffernanzeigen in der BSE. Es sind 3 typische Varianten mit den dafuer erforderlichen Modulen dargestellt.

Bei Ausgabe auf Analoggeraete ist der Baustein DIAN durch ANAN zu ersetzen. Ueber Lampentest ist die Funktionspruefung des Moduls DUA 401 und der Binaerausgaben moeglich.

Das Modul AKTU realisiert zyklisch die Messwertaktualisierung bei Variante I und II. Bei Variante III wird diese Funktion durch das Modul ZTSM realisiert.

Das Zeitschaltmodul aendert im angegebenen Rhythmus die Messstellennummer. Ueber die Tasten STOP und RUN ist der Zugriff des Bedieners auf die Messstellenumschaltung moeglich. Bei Variante II ist die Direktanwahl der Messstelle ueber das Modul MANW moeglich.

Das Modul DIAN bereitet die jeweiligen Messwerte zur Anzeige ueber DUA 401 auf. Bei Variante I wird dabei direkt auf den in Modul DIAN angebotenen Wert zugegriffen. Bei den Varianten II und III erfolgt die Messstellenzuordnung ueber die Komplexbelegungsliste. Bei der Variante III wird die angewaehlte Messstellennummer ueber die Module BANZ angezeigt.

Die Anzahl der erforderlichen Module haengt von der Messstellenzahl ab. Wahlweise kann die Messstellennummer auch ueber ein zweites einzusetzendes Modul DIAN angezeigt werden.

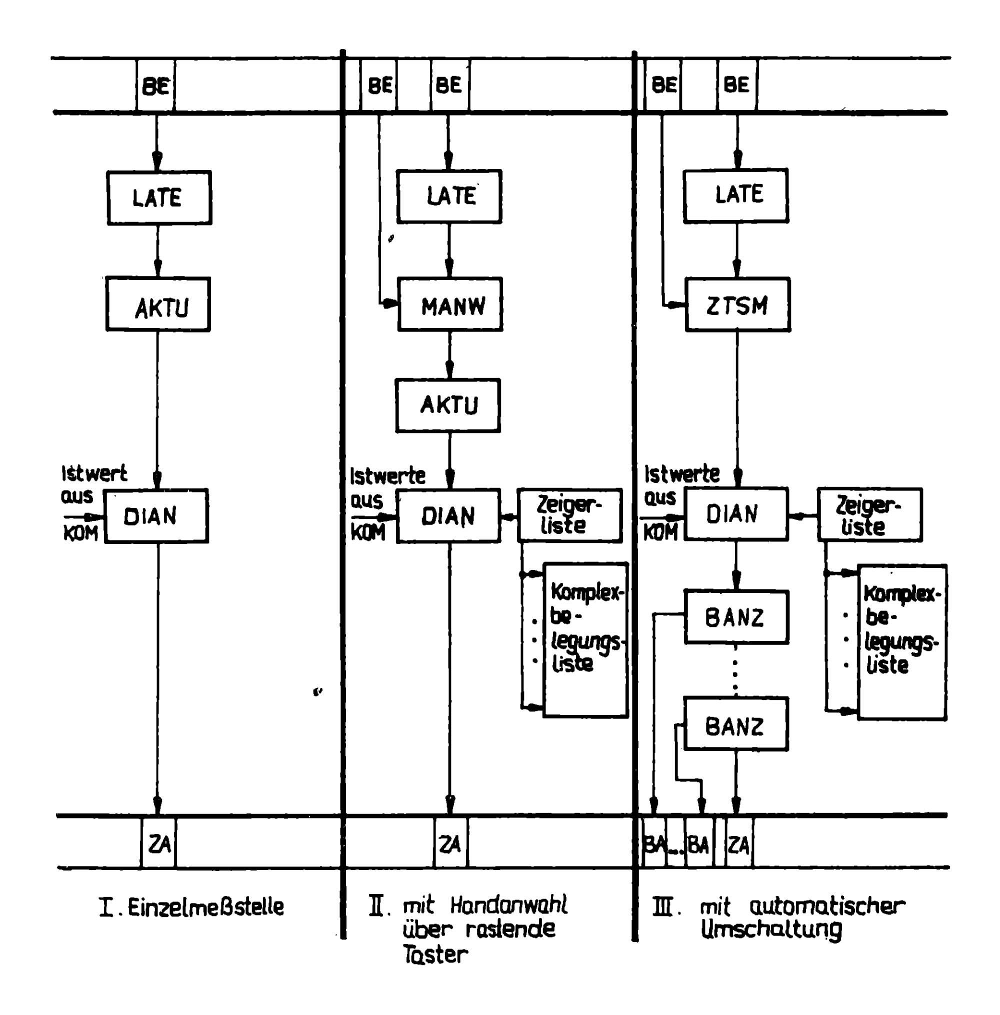


Bild 9 Varianten für Meßstellenanzeige

2.1.3. Basiseinheit mit serieller Bedienung

2.1.3.1. Hardwareaufbau

Bild 10 zeigt den Konfigurator fuer diese autonome Basiseinheit.

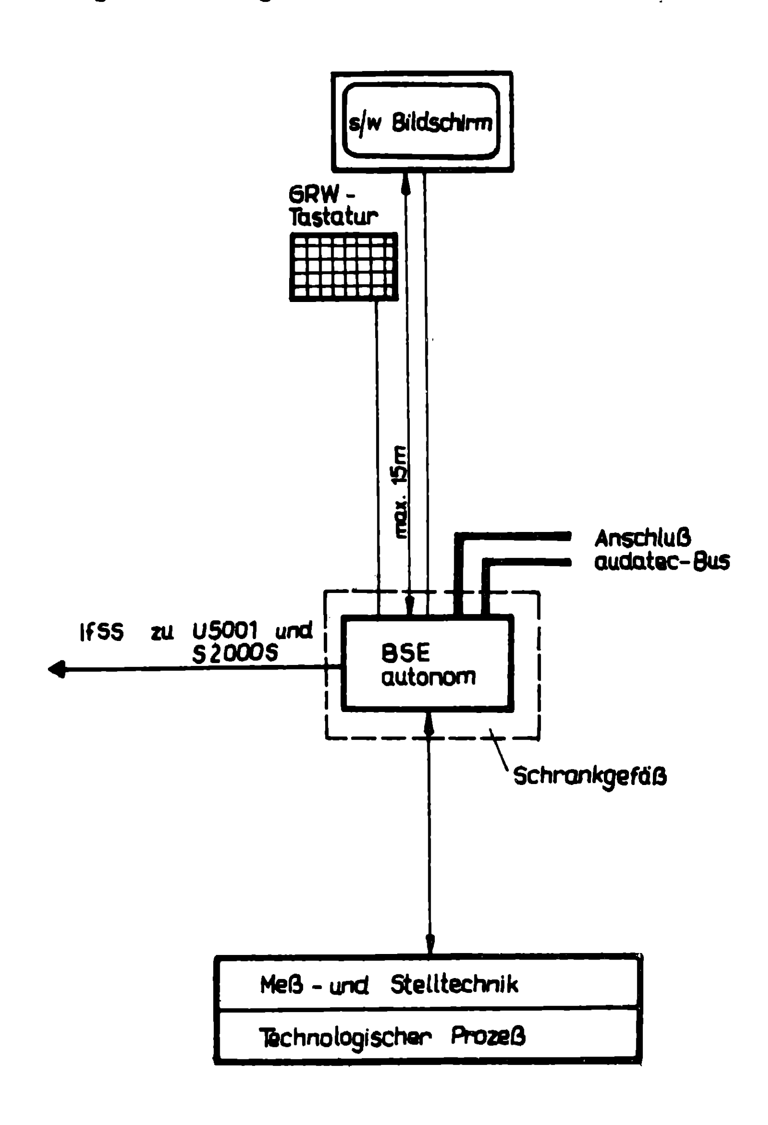


Bild 10: autonome Basiseinheit mit serieller Bedienung

Die Hardwarebasis fuer die serielle Bedienung bilden die GRW-Tastatur 651.01 sowie der s/w-Monitor MON-2 K 7222.23. Diese Geraete werden ueber die Anschlusssteuerungen ISI 612.11 bzw. ABS K 7024.35 hardwaremaessig an die autonome Basiseinheit angeschlossen. Tabelle 3 zeigt den Aufbau des Rechnerkerns.

Steck-platz	Baugruppe	Ebene/ Adresse	Bemerkung
93	UEB 612.10	90 H	Ueberwachung
89	UEB 612.09		Ueberwachung
85	ZRE K 2521.05	80 H	Recheneinheit
81	KAB 3708.02		Reset-Baustein
77	ZI-SE 3654.02	E 8 H	Kopplung zum audatec-Bus
73	ZI-UE 3602.01		Kopplung zum audatec-Bus
69	ZI-SE 3654.02	F 8 H	Kopplung zum audatec-Bus
65	ZI-UE 3602.01		Kopplung zum audatec-Bus
61	PFS K 3820.05	1000 H	Betriebssystem (Grundbereich)EPROM
57	OPS K 3523.05	9000 H	objektabhaengige Listen (ungespeichert von PROM)
53	PFS K 3820.05	1 - 5000 H	Betriebssystem (1. Ebene) EPROM
49	OPS K 3523.25	D 000 H	objektabhaengige Listen +TREND usw.
45	PFS K 3820.05	2 - 5000 H	Betriebssystem (2. Ebene) EPROM
41	PFS K 3820.05	3 - 5000 H	Bedienprogramme (3. Ebene) EPROM
37	PFS K 3820.05	4 - 5000 H	objektabhaengige Listen (4. Ebene) EPROM
33			
29	ISI 612.11	5 - 3000 H	Kopplung zum Applikationsrechner
25	ISI 612.11	6 - 3000 H	Anschluss GRW-Tastatur 651.01
21		7 - 3000 H	Einsatz ISI 612.11 vorbereitet
17		8 - 3000 H	Einsatz ISI 612.11 vorbereitet
13	ABS K 7024.35	F 000 H	Anschluss MON 2 K 7222.23
9	PPE K 0420.05	00 H	Anschluss PAE K 0422 (mit Schwenkhebelfassung)
5	BVB 2329.02		Busverstaerker
1	BVB 2329.01		Busverstaerker

Tabelle 3: Rechnerkern autonome Basiseinheit mit serieller Bedienung und audatec-Busanschluss

2.1.3.2. Prozess- und Systembedienung

Das Kommunikationsprinzip entspricht dem der Bedienpulte vom Prozessleitsystem audatec. Abweichungen ergeben sich durch den eingesetzten s/w-Bildschirm und durch die direkte Kommunikation mit der Basiseinheit.

Die Informationen ueber den Prozesszustand werden dem Bediener in drei moeglichen Bildarten angeboten. Es sind Uebersichts-Gruppen- und Einzelbilddarstellungen moeglich. Es koennen maximal 120 Kommunikationsstellen angezeigt werden.

Die Uebersichtsdarstellungen mit je 40 Kommunikationsstellen geben mit Alarm und Statusmeldungen einen schnellen Ueberblick ueber Teilanlagen. Die Gruppendarstellungen bieten zur Prozessbeobachtung und -bedienung ihren vollen Informationsgehalt. Bild 11 zeigt eine Gruppendarstellung mit 4 Kommunikationsstellen (Binaere Geber, Binaerer Aggregat, Zaehler, Analog unstetig).

Die Einzeldarstellung bietet die Moeglichkeit, jede Kommunikationsstelle allein zur Anzeige zu bringen und zusaetzlich bei den analogstetigen bzw. -unstetigen Kommunikationsstellen einen Trend des Ist-Wertes anzuzeigen und die Grenzwerte auszuschreiben.

Im Rahmen der Systembedienung werden folgende Funktionen realisiert:

- Anzeige Funktionseinheitenstatus, Fehlerpuffer und Fehlerzustand
- Zusammenstellung der Kommunikationsstellen zu Gruppen- bzw. Uebersichtsdarstellungen
- Anzeige und Aenderung von Verarbeitungsketten einer Kommunikationsstelle
- Strukturierung und Neustrukturierung von Kommunikationsstellen
- Zugriff auf das Prozessabbild und Prozessein/ausgabemodule
- EPROM-Lesen, -Programmieren und -Vergleichen
- Bestimmung Pruefsumme und rekursive Pruefsumme
- direkter Speicherzugriff
- Zugriff auf Prozessdaten und Verschaltungssignale
- Trendspeicherstrukturierung

FREIGABE GD: 08

ALARM 142 031 220 293 002

LS 1056	YVI 1064	FIQ 1080	TIRA 1030
			OW 1
[ ] MAX	▮0▮ [*] [I] AUS STP EIN	ZAE: 30 T/H	199.9
[ ] L4	RUEK: 16.40 %		
[ ] L3	TARA: 37.54 KG	VSW: 1000 T/H	100 %
[ ] L2	BSTD 18 STD		
▮▮ L1	▮▮ ORT [ ] SIE [ ]		X = 102.5 GRD C W = 80.0 GRD C
▮▮ MIN	[ ] DMO [ ] [ ]		ZU * HLT I AUF
EIN	[ ] LZU HND	MES	Y = 12.50 % AUT

DIALOG 3 * SOLL 80.0 P2 * 85.0

Bild 11: Gruppendarstellung auf s/w - Bildschirm

2.2. Applikationsrechner

2.2.1. Hardwareaufbau

Bild 12 zeigt den Konfigurator einer Basiseinheit autonom mit angeschlossenem Applikationsrechner.

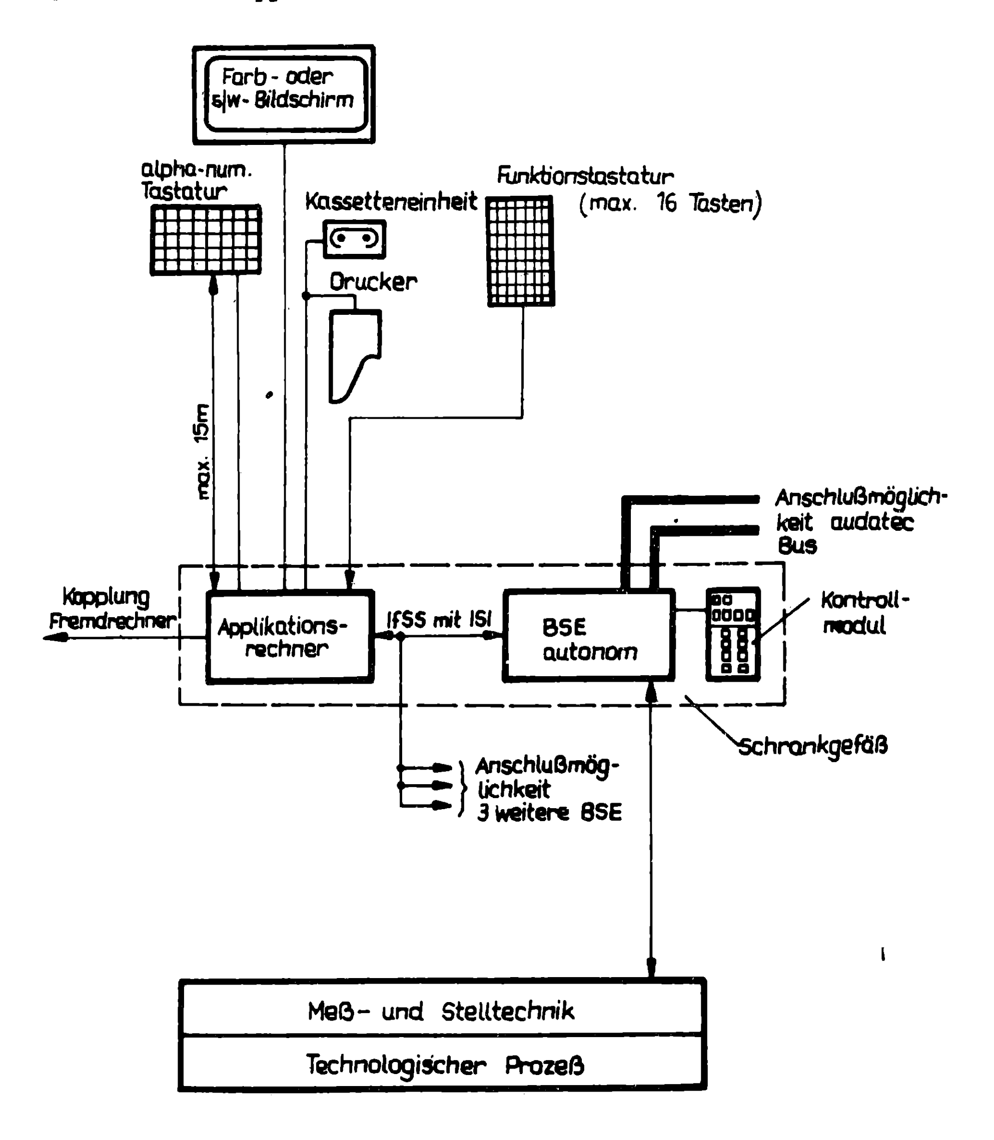


Bild 12: Einsatzstruktur des Applikationsrechners

Am Applikationsrechner werden die peripheren Geraete Kassettenmagnetbandeinheit (Floppy-Disk in Weiterentwicklung) und Drucker ueber ISI angeschlossen. Die Bedienung erfolgt ueber Robotron-Tastatur und wahlweise ueber Farb- oder Schwarzweissdisplay (MON 2). Darueberhinaus koennen durch den Kunden zum Beispiel durch Anschluss ueber Binaereingabemodule spezielle Funktionstastaturen angeschlossen werden.

Die Ankopplung zu maximal 4 BSE-autonom erfolgt mit IfSS-Schnittstelle ueber die Rechnerkarte ISI. Dabei fungiert der Applikationsrechner als Masterstation. Zur Ankopplung von Fremdrechnern liegen Loesungen zur Punkt-Punkt Verbindung vor (V 24 oder IfSS). Der Applikationsrechner besitzt einen Rechnerkern und bestimmte Erweiterungsmoeglichkeiten.

Der Speicherumfang fuer den Kundenbereich betraegt in Maximalaufruestung 67 K-Byte fuer Datenbereiche und 50 K-Byte fuer Programme. Die Daten- und Programmbereiche sind auf Ebenen zu je 16 K-Byte eingeordnet. Darueberhinaus koennen durch den Kunden weitere KES eingeordnet werden, die ueber PEA-Adresse angesprochen werden (nicht ueber Speicheradresse).

Steck-platz	Baugruppe	Ebene/ Adresse	Bemerkung
93	UEB 612.10	90 H	Ueberwachung
89	UEB 612.09		Ueberwachung
85	ZRE K 2521.05	80 H	Recheneinheit
81	KAB 3708.02		Reset-Baustein
77	OPS K 3523.05	1 - 1000 H	Arbeits-RAM, Nachweisprogramm
73		2 - 1000 H	Speichererweiterung 16 K
69		3 - 1000 H	Speichererweiterung 16 K
65		4 - 1000 H	Speichererweiterung 16 K
61	OPS K 3523.25	5000 H	System-RAM Betriebssystem
57	PFS K 3820.05	5 - 7000 H	Betriebssystem
53		6 - 7000 H	Speichererweiterung 16 K
49			aus Waermegruenden frei
45	PFS K 3820.05	7 - 7000 H	Speichererweiterung 16 K
41		8 - 7000 H	Speichererweiterung 16 K
37	PFS K 3820.05	B 000 H	Betriebssystem
33			frei belegbar
29	ISI 612.11	9 - E000H	Einsatz ISI fuer KMBE (Floppy-Disk)
25	ISI 612.11	9 - E400H	Einsatz ISI f.d. Drucker
21	ISI 612.11	9 - E800H	Koppl. zu BSEn (2 K Byte)
17	ATS K 7028.15	C0H	Anschl.Tastatur K 7634.51
13	ABS K 7029.05	F000H	Anschluss Farbbildschirm
9	ABS K 7029		K 7226.20
5			frei belegbar
1			frei belegbar

Tabelle 4: Belegung Applikationsrechner

2.2.2. Leistungen des Betriebssystems

Der Applikationsrechner wird zur Realisierung umfangreicher kundenspezifischer Automatisierungsfunktionen eingesetzt. Der Rechner wird standardmaessig ausgeruestet mit einem Betriebssystem, das folgende Komponenten enthaelt:

- Anlauforganisation, Eigenueberwachung und Fehlermeldesystem unter Einbeziehung des UEB

- Programmverwaltung nach Zeit- und Vorrangbedingungen

- DUE-Organisation mit Moeglichkeit des Anwenderzugriffs und der zyklischen Aktualisierung eines Prozessabbildes mit Zugriff zu maximal 4 BSE

- Ansteuerung der DV-Peripherie (KMBE/FD und Drucker 6313) ueber ISI

- Kommandos zum Zugriff auf
  - Zeitorganisation
  - Prozessabbild und Applikationsrechnerabbild
  - Arbeitszellen des Systems
  - DUE-System
  - periphere Geraete

- Unterprogramme zur
  - Bildschirm- und Tastaturbedienung
  - Gleitkommaarithmetik
  - Ein- und Ausgabekonvertierung fuer verschiedene Formate und Konvertierungen zwischen den Formaten
  - Ansteuerung peripherer Geraete

Zum objektabhaengigen Funktionsnachweis, zur Fehlersuche und Inbetriebnahme und zum objektspezifischen Test und zur ojektspezifischen Strukturierung sind folgende Funktionen implementiert:

- Echtzeitmonitor

- Strukturierprogramm

- Systemdialogfunktionen

- Grundmenue

- Hard copy des Bildschirminhaltes

Zusaetzlich existiert ein Programmpaket zur Erstellung und Darstellung technologischer Schemata und ein Basic-Compiler.

Der Systemdialog erlaubt die Anzeige des Funktionseinheitenstatus, Fehlerpuffer und Fehlerzustandstabelle, Anzeige und Korrektur der Uhrzeit, Zugriff auf das Prozessabbild und Applikationsrechnerabbild, direkter Zugriff auf KOM-Bloecke und Merker in den angeschlossenen BSE'n, Arbeit mit KMBE und Seriendrucker und die EPROM-Korrektur (Lesen, Programmieren, Pruefsummenbestimmung, rekursive PS-Bestimmung).

Bei Anschluss des KMBE werden Kassetten in MEOS-Format erzeugt. Bei Einsatz der Floppy-Disk-Einheit wird CPM-compatibel (einfache und doppelte Schreibdichte, beidseitig) gearbeitet.

2.2.3. Technologisches Schemasystem

Das Schematasystem erlaubt auf dem Farbdisplay eine quasigrafische Darstellung von technologischen Schemata. Mit Hilfe eines Aufbereitungssystems werden Statik und Dynamikteil der Bilder erzeugt.

Die statischen Bildinhalte werden redundanzarm im Speicher abgelegt. Die zugehoerige Dynamik wird aus einem Satz vorhandener Module durch Auswahl und Parametrierung erzeugt. Tabelle 5 enthaelt eine Auflistung der vorhandenen Module mit Angabe wesentlicher Parameter.

Bezeichnung	Funktion	Parameter	Nutzungsbeispiele
BMOD	Einblendung eines Bildmoduls in Abhaengigkeit eines Signals (0/1)	. BS-Position . Bildmodulnummer 1/2 Signalzugriff	offenes/geschlossenes Ventil, Wegblenden geschlossener Rohrleitungen
BITX	Einblenden von Zeichenketten in Abhaengigkeit eines Signals (0/1)	. BS-Position . Farbinformation 1/2 . Zeichenkette 1/2 Signalzugriff	Anzeige fester Texte in Abhaengigkeit vom Signal z.B. 'VENTIL GESCHL.'
BIBL	in Abhaengigkeit eines Signals erfolgt das Blinken eines BS-Bereiches	. BS-Position . BS-Bereich . Signalzugriff	Zusatzmarkierung von Anzeigen (Texte, Werte)
BYTX	Einblenden von Textzeilen in Abhaengigkeit eines Signals (8 Bit)	. BS-Position . Steuerbyte f. Anzeige Textlaenge (max.7 Zeichen) TEXT 0 bis TEXT 7 . Signalzugriff	Anzeige des Grenzwertbytes oder des Betriebsartenbytes einer KOMS
TXTF	Einblenden eines Textes in Abhaengigkeit des Alarmcodes	. BS-Position . BS-Bereich . Steuerbyte zur Anzeige . Farbinformationen . Text Ø bis 3 f. Alarmcode Ø bis 3	z.B. 'WARNUNG', 'ALARM'

Tabelle 5: Liste der dynamischen Bildmodule

Bezeichnung	Funktion	Parameter	Nutzungsbeispiele
FELD	Einblenden eines Bildmoduls in Abhaengigkeit des Alarmcodes	. BS-Position . Bildmodulnummer 1 bis 4 . Signalzugriff	Darstellung von Behaeltern und Rohrleitungen unterschiedlicher Farbe
HIPU	Anzeige eines vom Anwender gefuellten dynamischen Hinweispuffers	. BS-Position . BS-Bereich . Farbe	spezielle Bedienerhinweise in Abhaengigkeit vom Prozesszustand
KUTR	Kurztrend	. BS-Position . Wertanzahl . Hoehe . Farbe . Anzeigebereichssteuerung . Trend-Nr.	Trendverlauf von mehreren Messwerten in einer Darstellung
BALK	Balkendarstellung in Abhaengigkeit eines analogen Signals	. BS-Position . Orientierung (waagerecht/senkrecht) . Balkenbreite . Balkenlaenge . Farbe . Anzeigebereichssteuerung . Signalzugriff	Istwertbalken, Stellwertbalken, Diagramme mit mehreren Werten, Anzeige Behaelterstaende
FLKO	numerische Darstellung von Analogsignalen	. BS-Position . Farbe . Dimensionierungskonstanten . Signalzugriff	Istwertanzeige Sollwertanzeige
INTE	numerische Darstellung von 4 Byte Zaehlwerten	. BS-Position . Farbe . Signalzugriff	Zaehltwertanzeige
ZIFF	numerische Darstellung von: . Analogwerten . Gleitkommawerten . Integer (1/2/4 Byte)	. BS-Position . Datenart . Alarmcodeauswertung . Farbe . Dimensionierungskonstanten . Signalzugriff	Anzeige von numerischen Werten aus der BSE und dem AR

Tabelle 5: Liste der dynamischen Bildmodule

Nach erfolgter Strukturierung koennen Statik- und Dynamikteil zusammen in einem Simulationslauf auf dem BS dargestellt werden und eventuelle Korrekturen vorgenommen werden.

Zur Ablage der Module (Statik- und Dynamikteil) stehen maximal 3 Ebenen zu 16 K-Byte zur Verfuegung. Fuer die Realisierung von 9 Bildern fuer das Kraftwerk Luebbenau wurden z. B.: 6 K-Byte benoetigt.

Die Abarbeitung der erzeugten Steuerlisten im on-line Betrieb erfolgt durch ein spezielles Verarbeitungsprogramm, das als Standardloesung vorliegt und im Anwenderprogrammbereich eingeordnet werden muss.

Bild 13 zeigt das mit dem System erzeugte Bild fuer das Frischdampfsystem.

Der Signalzugriff erfolgt auf das Applikationsrechnerabbild, das Prozessabbild, den Hinweispuffer und die Trendpuffer im AR. Der Alarmcode besitzt 4 Stufen und ist im Statusbyte des jeweiligen Wertes abgelegt. Bei Balken- und Trenddarstellungen koennen ueber Aenderung eines Steuerfeldes Anzeigeanfang und Anzeigebereich entsprechend Prozesssituation geaendert werden.

2.2.4. Basic-Compiler

Der Basic-Compiler erlaubt Programme auf dem AR zu erstellen. Die uebersetzten Programme sind als Kundenprogramme in das System einzubinden und unter Echtzeitbedingungen abarbeitbar.

Durch die Implementierung eines IN LINE ASSEMBLERS ist es moeglich, BASIC- und Assembleranweisungen beliebig zu kombinieren.

Durch die BASIC-Programme koennen alle Unterprogramme des Systems angesprochen und Systemkommandos z. B. zur Zeitverwaltung und zum Datenzugriff genutzt werden.

Beispiel: Klassifizierung der Gradientenueberschreitung in Abhaengigkeit von 2 Prozessgroessen.

Bild 14 zeigt die BS-Darstellung fuer die Einordnung der Daten. In den einzelnen Feldern wird die Anzahl der Ueberschreitungen angezeigt.

Tabelle 6 zeigt das zugehoerige BASIC-Programm.

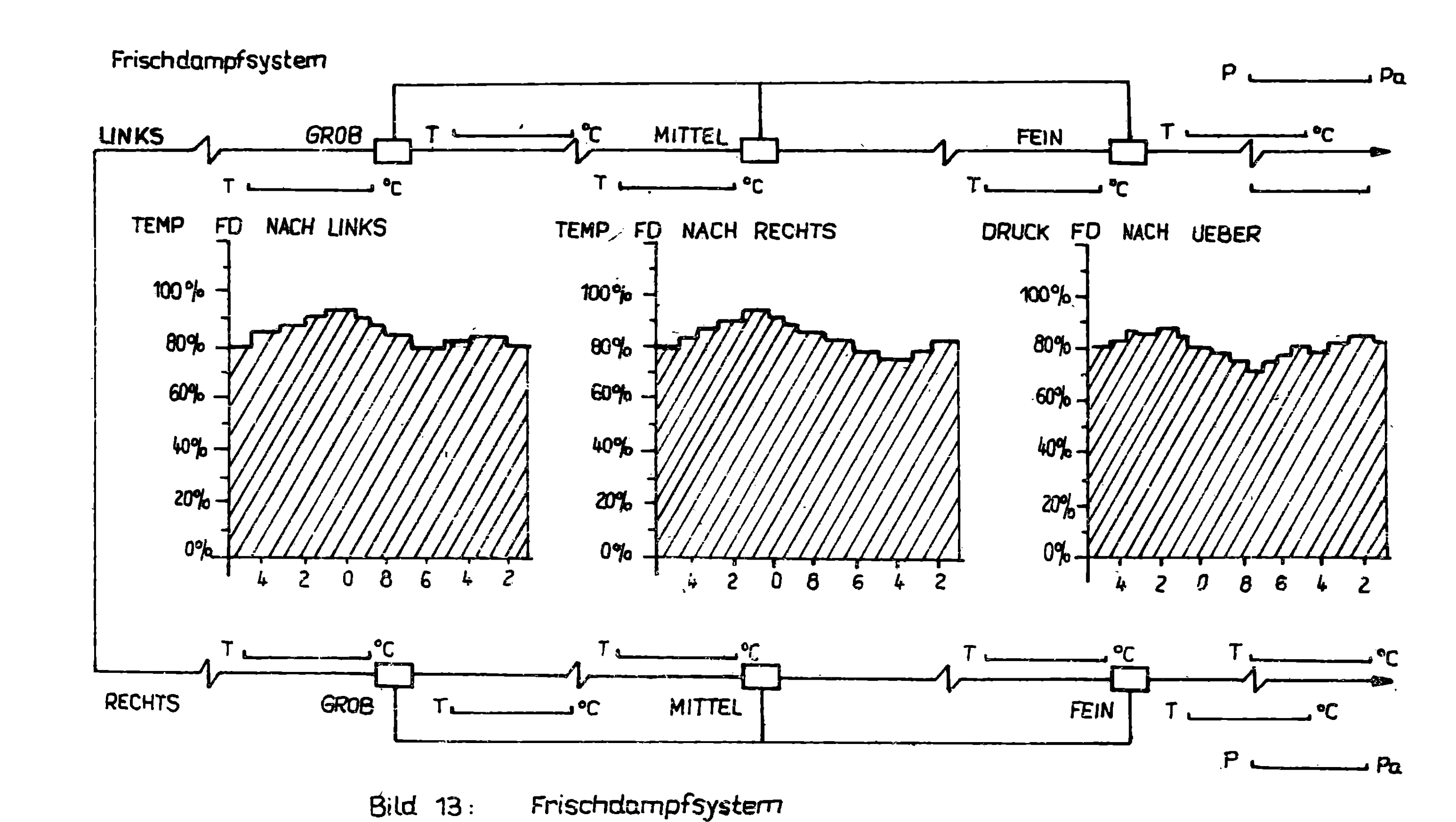
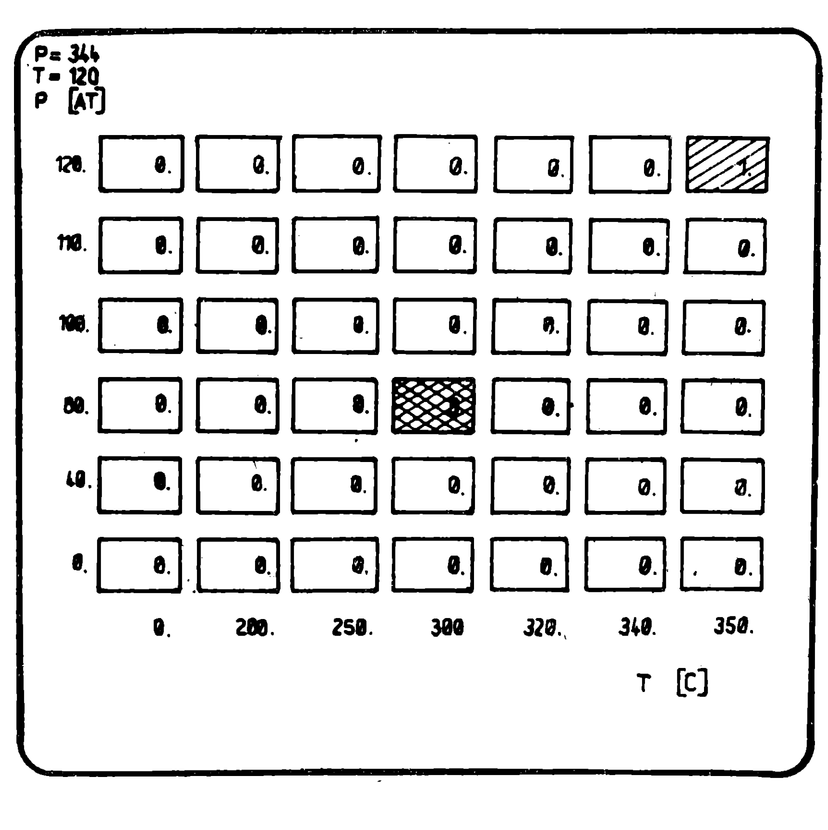


Bild 13: Frischdampfsystem



▭ – grün ▨ – gelb ▩ – rot

Bild 14: Bildschirmausschrift zur Lebensdauerüberwachung mit Basic - Programm nach Tabelle 6

```
>PROGRAM LAST(INIT,INIT,RST)
      REM
      REM   Druckgefaess-Belastungsueberwachung
      REM
      REM   PAR% - Belastungsmatrix
      REM   GW%  - Grenzwerte fuer Belastungsmatrix
DIM PAR%(6,5),GW%(6,5)
      REM   Bereichsgrenzen in der Belastungsmatrix
DATA PGR(5),Ø.,8Ø.,1ØØ.,11Ø.,12Ø
DATA TGR(6), Ø.,2ØØ.,25Ø.,3ØØ.,32Ø.,34Ø.,35Ø.
      REM   Konstantenfeld zum Initialisieren von GW%
DATA  GWM%(41),1ØØØ,1ØØØ,1ØØØ,1ØØØ,1ØØØ,1,
       8ØØ,8ØØ,8ØØ,8ØØ,7ØØ,1,
       6ØØ,6ØØ,6ØØ,6ØØ,5ØØ,1,
       1ØØ,1ØØ,1ØØ,1ØØ,8Ø,1,
        8Ø,7Ø,6Ø,4Ø,3Ø,1,
        5Ø,4Ø,3Ø,2Ø,1Ø,1,
        2Ø,15,1Ø,8,4,1
      REM   Eintrittspunkt bei Initialisierungsstart
      REM   Aufbau der Grenzwertmatrix
INIT:FOR I%:=Ø TO 6
FOR J%:=Ø TO 5
  GW%(I%,J%):=GWM%(6*I%+J%)
  PAR%(I%,J%):=Ø
NEXT
NEXT
      REM   Display-Kanal anwaehlen
SWITCH CON
CLS
      REM   Achsenbezeichnungen
FOR I%:=Ø TO 5
  LOCATE Ø,25-4*I%
  PRINT PGR(I%):F6.Ø,
NEXT
FOR I%:=Ø TO 6
  LOCATE 8*I%+9,28
  PRINT TGR(I%):F6.Ø,
NEXT
LOCATE 55,3Ø
PRINT '' T ÄCÜ''
LOCATE Ø,3
PRINT ''P ÄATÜ''
      REM   Eintrittspunkt fuer Restart
      REM   Eingabe (Uebernahme) von Druck und Temperatur
RST:LOCATE Ø,Ø
INPUT ''P'',P,/,''T='',T
      REM   Einordnung der Messwerte
      REM   Ergebnis: I%,J%
I%:=6
WHILE T<TGR(I%).AND.I%<>Ø
  I%:=I%-1
WEND
J%:=5
WHILE P<PGR(J%).AND.J%<>Ø
  J%:=J%-1
WEND
```

Tabelle 6: BASIC-Programm zur Lebensdauerueberwachung
von 2 Prozessgroessen

```
        REM   Erhoehung des entsprechenden Zaehlers
PAR%(I%,J%):=PAR%(I%,J%)+1
        REM   Ausgabe der Alarmzustaende
FOR I%:=Ø TO 6
FOR J%:=Ø TO 5
IF PAR%(I%,J%)>.8*GW%(I%,J%) THEN DO
  IF PAR%(I%,J%)>=GW%(I%,J%) THEN DO
    F%:=ØØØØ1ØØØB:     REM    Rot   - Alarm
  ELSE
    F%:=ØØØ11ØØØB:     REM    Gelb  - Warnung
  DOEND
ELSE
  F%:=ØØØ1ØØØØB:       REM    Gruen - Normalzustand
DOEND
        REM   Ausgabe der Zaehlerstaende
LOCATE 8*I%+9,25-4*J%
PRINT PAR%(I%,J%):F6.Ø,
        REM   Ausgabe der Farbe
COLOR 8+8*I%,24-4*J%,7,3,F%
NEXT
NEXT
        REM   Wiederholung der Eingabe
GOTO RST
END
```

Tabelle 6: BASIC-Programm zur Lebensdauerueberwachung von 2 Prozessgroessen (Fortsetzung von Seite 33)

2.3. Pultsteuerrechner

Der Pultsteuerrechner /3/ enthaelt neben den Moduln des Rechnerkerns sowie den Datenuebertragungsmoduln alle erforderlichen Ansteuerbaugruppen fuer den Anschluss der Peripherie- und Kommunikationsgeraete (Drucker, Floppy-Disk, Tastatur und Farbmonitor).

Es kommen 2 Pultsteuerrechnervarianten in der Kraftwerkswarte zum Einsatz:

- Pultsteuerrechner Standard zur Realisierung der Prozess- und Systemkommunikation ueber normatierte Darstellungen, 4 technologischen Schemata und zur Alarmueberwachung

- Pultsteuerrechner fuer freie Bilder zur Realisierung von technologischen Schemata hoeherer Anzahl mit Prozesskommunikation

Neben den Standardprotokollen wie Bedien- und Meldeprotokoll, Trendlogprotokoll, Alarmzustandsprotokoll und Systemzustandsprotokoll koennen 10 verschiedene Protokolle von 800 Kommunikationsstellen ausgegeben werden.
Dabei sind folgende Startvarianten waehlbar:

- Zeitpunkt
  zeitzyklisch ab Zeitpunkt
- Ereignis
- zeitzyklisch ab Ereignis

Die Protokollueberschriften sind strukturierbar.

2.4. Wartenrechner K 1520

Der Wartenrechner K 1520 ist im Pultsteuerrechnergefaess eingebaut. Die Bedienung erfolgt ueber Farbmonitor und Funktionstastatur. Es sind Floppy-Disk-Einheit und maximal 3 Hard-Copy-Drucker anschliessbar.

Der Wartenrechner ermoeglicht die Loesung kundenspezifischer Aufgaben (Bilanz-, Oekonomie-, Optimierungsaufgaben u. a.). Er ist eine Alternative zum Grossrechneranschluss und direkt am audatec-BUS (IFLS) koppelbar.

Der Wartenrechner K 1520 besteht aus einer Rechnerkassette in Standardaufruestung /2/. Der Rechner besitzt ein Betriebssystem zur Echtzeitverwaltung von maximal 60 Anwenderprogrammen. Die Anwenderprogramme und Daten sind auf Ebenen zu jeweils 16 K-Byte eingeordnet (insgesamt 6*16 K-Byte frei fuer Anwender).

Das System besitzt folgende strukturierbaren Firmwarefunktionen:

- Fuehren von schnellen und langsamen Prozessabbildern ueber 1000 KOMS
- Verwaltung eines Wartenrechnerabbildes zum Datenaustausch zwischen Anwenderprogrammen
- Peripheriestrukturierung und -aktivierung
- Steuerung der zeitlichen und prioritaetsbehafteten Abarbeitung von Anwenderprogrammen
- An- und Abmeldung von Programmen
- Berechnungs-, Mittelwert-, Bilanz, und Protokollierungsfunktionen mit dem Funktionspaket 'PROTOKOLLE'

Die Aenderbarkeit der strukturierten Daten ist durch entsprechende Systemkommunikation auf der Funktionseinheit moeglich. Dazu existieren unterschiedliche Menues zum Dialog:

- Systemuebersicht (WR-Status, Fehlerzustand, Fehlerpuffer, Betriebsart, Interface Test)
- Kommandoeingabe (Uhrzeit, Datum stellen, Tastenpruefung, Hardcopy EIN/AUS, Codeworteingabe, Bedien- und Meldeprotokoll EIN/AUS)
- Peripheriegeraete (Betriebszustand, Symbolzuordnung)
- Grundstrukturierung fuer Prozessabbilder und Mst.-Tabelle je BSE
- Detailstrukturierung (Prozessabbild schnell/langsam, Wartenrechnerabbild, Woerterbuecher, VAP-Anmeldung, Mst.-Tabelle je BSE)

Kenngroessen des Wartenrechner K 1520:

schnelles Prozessabbild:	500 KMOS	Zykluszeit	5 Sekunden
langsames Prozessabbild:	500 KMOS	Zykluszeit	1 Minute
Wartenrechnerabbild:	200 Analog-/ 100 Binaerwerte		
60 Anwenderprogramme:	16 Programme im	1/3-Sekunden-Takt	
	32 Programme im	1-Sekunden-Takt	
	12 Programme im	Hintergrund	

Die Aufrufzeiten koennen ein Vielfaches der Minimalzeit betragen.

Anwenderprogramme, die auf Buerocomputer erstellt und entwickelt werden, koennen als Dateien eingelesen werden (CPM-compatibel). Fuer den Nutzer steht eine umfangreiche Funktions-Unterprogrammbibliothek zur Verfuegung. Durch das Protokollpaket werden die Moeglichkeiten zur Protokollierung gegenueber dem audatec-Bedienpult sinnvoll erweitert. Das Funktionspaket umfasst folgende Gesamtzahlen:

- 10 freistrukturierbare Protokolle
- 5 Protokolle schneller Trendlog
- 3 Protokolle langsamer Trendlog
- 1 Protokoll Havarielog

Fuer die Rekonstruktion im KW Luebbenau wurden die Protokolle entsprechend Tabelle 7 realisiert. Die Protokolle koennen wahlweise am Bildschirm angezeigt werden bzw. auf dem Drucker ausgegeben werden.

2.5. Koppeleinheit uebergeordneter Rechner

2.5.1. Aufbau und Leistungen

Zur Funktionserweiterung, zur Leistungserhoehung und zur Kopplung mehrerer Prozessleitsysteme audatec kann ueber die Koppeleinheit /3/ ein Rechner hoeherer Leistungsklasse angeschlossen werden.

Die Koppeleinheit realisiert fuer den uebergeordneten Rechner den ereignisorientierten oder zyklischen Zugriff auf Prozessdaten und notwendige Zusatzinformationen zur Verarbeitung der Prozessdaten. Aufgrund ihrer Stellung fuehrt die Koppeleinheit den Datenverkehr in zwei voneinander unabhaengigen Richtungen, einmal in Richtung audatec-Systembus zum anderen in Richtung uebergeordneten Rechner aus.

Der uebergeordnete Rechner kann in der Koppeleinheit Speicherbereiche lesen bzw. beschreiben, die Systemuhr stellen, Task's starten, den Polling-Betrieb einschalten usw.. In das Betriebssystem der Koppeleinheit ist die Tastaturbedienung und die Ansteuerung eines s/w-Monitors eingebunden.

Protokolltyp	Erlaeuterung	auszugebene Groesse	Anzahl Groesse	Ausgabe
Betriebsprotokoll	Ersatz schreibender Messgeraete 3 Betriebszustaende - Normalbetrieb - An- und Abfahrbetrieb	Analogwerte	ca. 100	automatisch zu festen Zeiten: 6.00, 14.00 und 22.00 Uhr Zykluszeiten: An- und Abfahren: 5 Min. Normalbetrieb: 60 Min.
Stoerprotokoll	Erfassung Stoerverlauf	Analogwerte	ca. 100	Zykluszeit: 1 Min. Erfassung: 15 Min. vor bis 15 Min. nach Stoereintritt
24 h Protokoll (Tagesprotokoll)	energetische Bewertung des Blocks + E-Filter Verfuegbarkeit	Analogwerte Zaehlwerte	ca. 20 ca. 30	alle 24 Stunden um 22.00 Uhr
Laufzeit Aggregate	Dokumentation der Laufzeit der Aggregate	Zaehlwerte	ca. 40	Ausgabe nach Handanwahl
Lebensdauerueberwachung	Erfassung von Anzahl und Dauer von Ueberschreitungen	Analogwerte	ca. 60	Ausgabe nach Handanwahl (z. B. am Monatsende)

Tabelle 7: Protokolle Wartenrechner K 1520 im KW Luebbenau

Im Normalbetrieb ist beides nicht notwendig, kann aber bei Inbetriebnahme und Kontrollen verwendet werden. Zum Anschluss des uebergeordneten Rechners stehen folgende Schnittstellen zur Verfuegung:

- audatec-Bus IFLS
- V24-Interface
- IFSS-Interface (Stromschleife)

2.5.2. Leistungsparameter von uebergeordneten Rechnern

Es werden die Leistungsparameter von verfuegbaren 16-Bit-Rechnern in der Tabelle 8 angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass Angaben zum Prozessrechner K 1630 nicht mehr gemacht werden muessen.

	A 7150	EC 1834	ICA 700
Mikroprozessor	K 1810 WM 86	K 1810 WM 86	K 1810 WM 86
Arithmetikprozessor	K 1810 WM 87	K 1810 WM 87	K 1810 WM 87
Hauptspeicher/K Byte	256 - 768	512 - 768	256 - 640
Diskette	2 x 5,25''	2 x 5,25''	1 x 5,25''
Festplatte	1 x 5,25''	1 x 5,25''	1 x 5,25''
Interface	IFSS, IFSP	2 x V24/IFSS	IFSS/V24
Monitor	K 7229,25	Farbmonitor (640x480 Punkte 25 Zeilen zu 80 Zeichen)	
Drucker	K 63.XX	K 6313/14	K 63.XX
Betriebssystem	SCP 1700 DCP BOS 1810 MUTOS 1700	DCP	C-DCP BOS 1810 MUTOS 1700
Programmiersprache	FORTRAN 77 PASCAL BASIC u.a.	FORTRAN 77 PASCAL BASIC C u.a.	FORTRAN 77 PASCAL BASIC C u.a.

Tabelle 8: Technische Daten anschliessbare Rechner

2.6. Mikroprozessorregler U 5001

2.6.1. Hardwareaufbau

Der Regler RBS 05 ist Kernstueck der Mikroprozessor-Regel-Einrichtung ursamar 5001 zu der noch die Baustein Logiksignalweiche (RBD 05) und die Signalweiche MODACT RBP 05 gehoeren. Die Einrichtung arbeitet zusammen mit einem Leitgeraet RKL 03/04 und ein oder zwei stetigen Stelleinrichtungen, die aus Stellantrieb MODACT-VARIANT und Stellungsregler NOTREP bestehen.

Der Regler RBS 05 ist eine mikroprozessorgesteuerte Recheneinrichtung mit folgenden E/A Kanaelen:

8 analoge Eingaenge 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 0 ... 10 V

4 Analogausgaenge 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 0 ... 10 V

12 Binaereingaenge ursalog 4000 Pegel

9 Binaerausgaenge ursalog 4000 Pegel

Er besitzt eine serielle Schnittstelle zum Anschluss an die BSE des Systems audatec. Pro Koppelkarte (ISI) sind maximal 8 Regler anschliessbar.

Zugehoerig zum Regler existiert fuer Inbetriebnahme und Service eine separate Bedien- und Anzeigeeinrichtung RBL 05. Der Mikroprozessorregler und die Signalweichen werden in ein Gefaess 2. Ordnung des einheitlichen Gefaessystems EGS eingebaut.

2.6.2. Anwendung im Kraftwerk mit Kopplung zu audatec

Zur Realisierung einkanalig auszufuehrender Regelungsaufgaben wird der Regler RBS 05 eingesetzt. Er ist dazu als einkanaliger Regler fuer Festwert, Folge-, Kaskaden- oder Verhaeltnisregelung mit umfangreichen Zusatzfunktionen programmiert. Innerhalb vorgegebener Strukturgrenzen ist eine Anpassung an den Einsatzfall moeglich. Der Regler enthaelt folgende Funktionskomponenten:

- Eingangssignalaufbereitung mit Wandlung, Ueberwachung, Filterung, Kennlinienkorrektur, Zeitglieder

- Eingangssignalverarbeitung (Extremwertauswahl, Mischstelle, 2 aus 3 Auswahl, Fuehrungsregler)

- Sollwertaufbereitung

- Regelteil (PI/P, Strukturumschaltung, Begrenzung, Stellbereich und Stellgeschwindigkeit, stossfreie Umschaltung H/A, usw.)

- Stellsignalverarbeitung (Einfach-, Zweifach- und Staffelantrieb, Stellkreisueberwachung)

- Binaersignalverarbeitung

Die Ankopplung in die Verarbeitung der BSE erfolgt ueber ein Sonderbasismodul. Ueber das Modul ist die Anzeige des Kreises als Kommunikationsstelle (Typ: analog/stetiger KOM) im System audatec moeglich.

Lesedaten (vom RBS 05 an BSE) sind Grenzwerte, Sollwert, Stellwert, Rueckfuehrwert, Istwert und Betriebsart. Im Modulaufrufblock sind weitere Daten abgelegt, die bei Systemkommunikation angezeigt werden. Ueber den KOM-Block koennen im Rahmen der Prozesskommunikation die Grenzwerte, Sollwert, Stellwert und Betriebsart (H, AI, AB) des RBS 05 veraendert werden.

Ueber Systemkommunikation bzw. Fernverstellung koennen KR und TN des Reglers und Stellbereich veraendert werden. Ueber ein Betriebsartenbyte ist die Steuerung fuer Parameterfuehrung, Grenzwertfuehrung (z. B. bei An- und Abfahrvorgaengen) und eine Strukturumschaltung (P/PI) moeglich.

Ueber die Bedienung am Leitgeraet RKL ist die Umschaltung zwischen Fahrweise ueber Leitgeraet oder Pult moeglich.

2.7. Steuerungssystem S 2000 S

2.7.1. Hardwareaufbau

Das System S 2000 S ist eine speicherprogrammierbare prozessnahe Steuerung. Es ist modular aufruestbar. Die S 2000 S besteht aus den Kompenenten

- Grundgeraet (Montagerahmen, Stromversorgung, Zentraleinheit)
- Erweiterungsgeraet
- Stromversorgung (Geber und Stellglieder)

Das Grundgeraet kann je nach Variante 4 oder 8 Baugruppen aufnehmen. Ist eine groessere Anzahl von Baugruppen erforderlich, ist das Erweiterungsgeraet zu ergaenzen, das 11 E/A Baugruppen aufnehmen kann. Das Grundgeraet ist ueber Koppelkarte an einen uebergeordneten Rechner anschliessbar. Die Zentraleinheit ist auf Basis des Mikroprozessors U 880 realisiert.

Zur Durchfuehrung der prozessorientierten Kommunikation, von Parametrieraufgaben sowie von Service und Diagnosefunktionen stehen spezielle Geraete und Baugruppen zur Verfuegung.

Die E/A-Baugruppen sind entsprechend Anwendungsfall auszuwaehlen und aufzuruesten.

Maximale Anzahl Ein- und Ausgaenge: 256

Kanalzahl: 8, 16, 24, 32 E/A-Signale je Baugruppe

Prozessignal analog:

Eingaenge/Ausgaenge: 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 0 ... 10 V

Eingaenge: 0 ... 20 mV, 0 ... 50 mV, Pt 100

Prozesssignale binaer:

Eingaenge: 220 V WS, 24 V GS, Kontakteingabe, elektronische Signale

Ausgaenge: TRIAC-Schalter, Relais-Kontakte, Transistor-Schalter

Maximal sind 18 E/A Baugruppen anschliessbar.

Die konstruktive Einordnung erfolgt im GRW Teltow im EGS-Schrank 1000 x 2000 x 40 mit Festrahmeneinbau und seitlichem Rangierfeld.

2.7.2. Leistungsparameter und Anschluss an audatec

Zur Erstellung des Anwenderprogramms dient die Fachsprache PROLOG S. Als Grundlage dient die Darstellung der Steuerungsaufgabe in Form des Funktionsplanes oder des Programmablaufplanes. Der Steueralgorithmus wird als Folge von PROLOG S Anweisungen und Vereinbarungen notiert.

Verfuegbare Module sind Initialisierungs-, Zaehl-, Zeit-, E/A-, Transport-, Vergleichs-, Arithmetik-, Konvertierungs-, Organisations-, Bitlogik- und Bytelogikmodule.

Anwenderprogrammspeicher: 2, 4, 6 oder 8 K-Byte

Maximale Zahl der Zeit- und Zaehlglieder: 32

Bearbeitungszeit: n x 10 ms (n=1, 2, 3)

Bei der Notwendigkeit der Realisierung schneller Steuerungsprozesse wird das System S 2000 S (seriell gekoppelt), dem System audatec als schnelle Steuerungsinsel unterlagert. Die Kommunikation kann ueber direkt an der S 2000 S angeschlossene konventionelle Bedien- und Anzeigeelemente und/oder ueber diese serielle Schnittstelle erfolgen.

Die Ankopplung erfolgt dabei im Punkt-zu-Punkt-Verkehr. Bei 4 steckbaren Interfacekarten sind maximal 8 S 2000 S an eine BSE anschliessbar. Bild 15 zeigt verschiedene Einkopplungsvarianten. Dabei ergibt sich folgende Aufgabenteilung:

S 2000 S:
- Realisierung der schnellen Steuerungsaufgaben
- Uebertragung ausgewaehlter Daten zur Kommunikation an die BSE
- Bearbeitung von Befehlen und Anforderungen aus dem System audatec

audatec:
- Empfang ausgewaehlter Kommunikationsdaten und Darstellung im Bedienpult
- Koordinierung mehrerer angeschlossener S 2000 S durch uebergeordnete Steuerungen mit geringeren Anforderungen an die Reaktionszeit
- Ausgabe von Befehlen und Anforderungen an S 2000 S

Zur Kopplung ist ein definierter Koppelbereich (32 Byte) vorhanden, der objektabhaengig mit Uebergabeinformationen belegt wird. Der Zugriff erfolgt ueber in der BSE strukturierte Ketten von Sonderbasismodulen. Die Informationen koennen aus unterschiedlichen KOM-Typen und Informationselementen des KOM (Byte des KOM) strukturiert werden.

Es existieren verschiedene formatspezifische Transportmodule (Bit Lesen/Schreiben, Byte Lesen/Schreiben, Integer 1 und 2 Byte Lesen/Schreiben), die zwischen Rahmenmodule (Kopfmodul, Endemodul) zur Ueberwachung und Zugriffssteuerung eingeordnet werden.

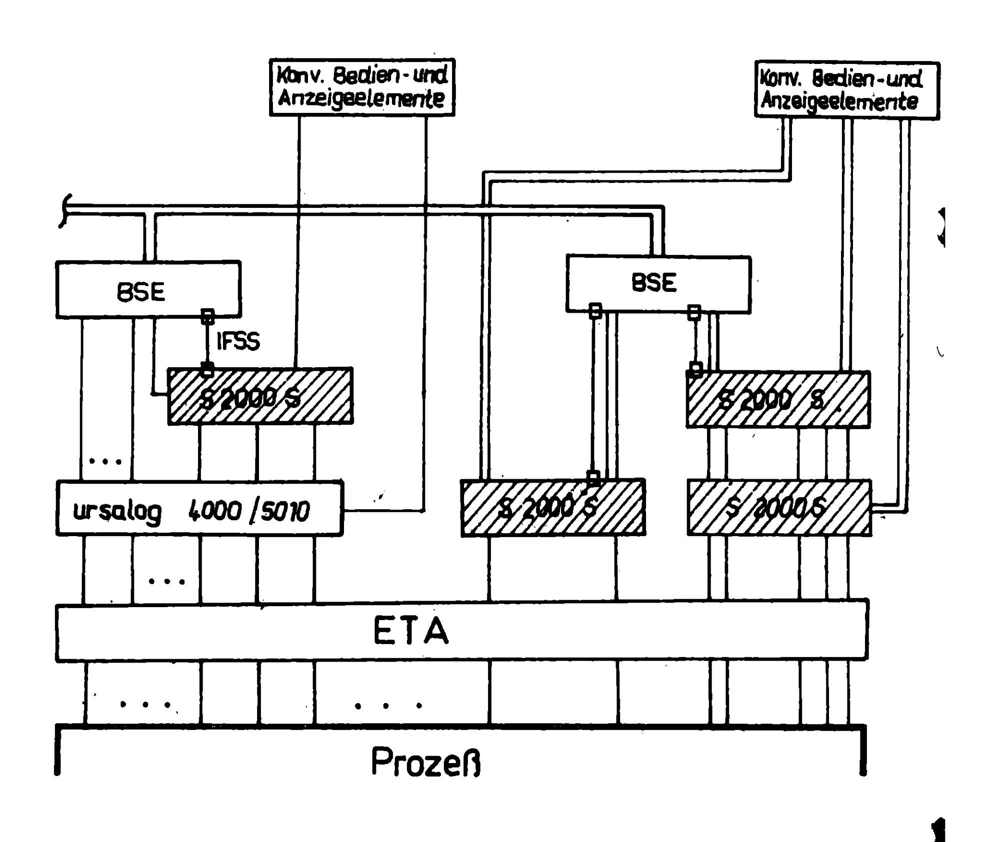


Bild 15 : Kopplungsvarianten Basiseinheit / S 2000 S

3. Anwendung von audatec in Heiz- und Kraftwerken

3.1. Anwendung in Heizwerken

3.1.1. Aufbau des Heizwerkes

Die Erlaeuterung erfolgt anhand eines Heizwerkes mit drei 40 t/h-Schwingschubrostdampferzeuger, die als Typenprojekte an zahlreichen Standorten in der DDR eingesetzt sind. Sie bilden die Alternativloesung gegenueber frueher angewendeten Oelheizwerken und arbeiten auf Basis von Rohbraunsiebkohle.

Die Dampferzeuger arbeiten auf eine Sammelschiene und versorgen Industriebetriebe, Wohngebiete und gesellschaftliche und medizinische Einrichtungen u. a. mit Waermeenergie. Sie sind an einigen Standorten mit einer Turbine kleiner Leistung gekoppelt.

Die mechanischen Schubrostfeuerungen haben sich hinsichtlich Investitionsaufwand und Betriebsverhalten als optimal erwiesen. Bild 16 zeigt die Grundskizze einer Schubrostfeuerung. Pro Dampferzeuger sind drei einzeln ansteuerbare Rostbahnen vorhanden.

3.1.2. Struktur der Automatisierungsanlage

Dampferzeuger dieser Groessenordnung muessen oekonomisch und zuverlaessig automatisiert werden.

Vom VEB GRW "Wilhelm Pieck" Teltow wurden deshalb die bedienbaren autonom arbeitsfaehigen Basiseinheiten des Prozessleitsystems audatec fuer das Informations- und Regelungssystem eingesetzt. Das Steuerungssystem, das Blockschutzsystem und Teile des Regelungssystems wurden weiterhin konventionell realisiert.

D. h. die Rechentechnik wird hier nur eingesetzt, wo direkte Vorteile nachweisbar sind. Pro Dampferzeuger sind 70 Analogmessstellen und 80 Binaermessstellen vorhanden. Sie werden von einer autonomen Basiseinheit mit serieller Bedienung verarbeitet.

Mit dem Prinzip des Einsatzes von einer autonom arbeitsfaehigen Basiseinheit mit direkter Bildschirmbedienung pro Dampferzeuger wird die unabhaengige Fahrweise jedes Kessels gewaehrleistet. Bild 17 zeigt die Automatisierungsstruktur.

Ein Applikationsrechner uebernimmt fuer die drei Dampferzeuger zentrale Aufgaben wie:

- Gradientenueberwachung beim An- und Abfahrprozess
- Darstellung technologischer Schemata auf Farbbildschirm mit Alarmdarstellung (je Dampferzeuger drei Bilder zu den Komplexen Luft-Oel, Speisewasser-Dampf und Rauchgas)
- Protokollausgaben auf Drucker und Floppy-Einheit

Der Applikationsrechner fuer die Nebenanlagen hat vergleichbare Aufgaben fuer die Reduzierstationen, Maschine und Trassen.

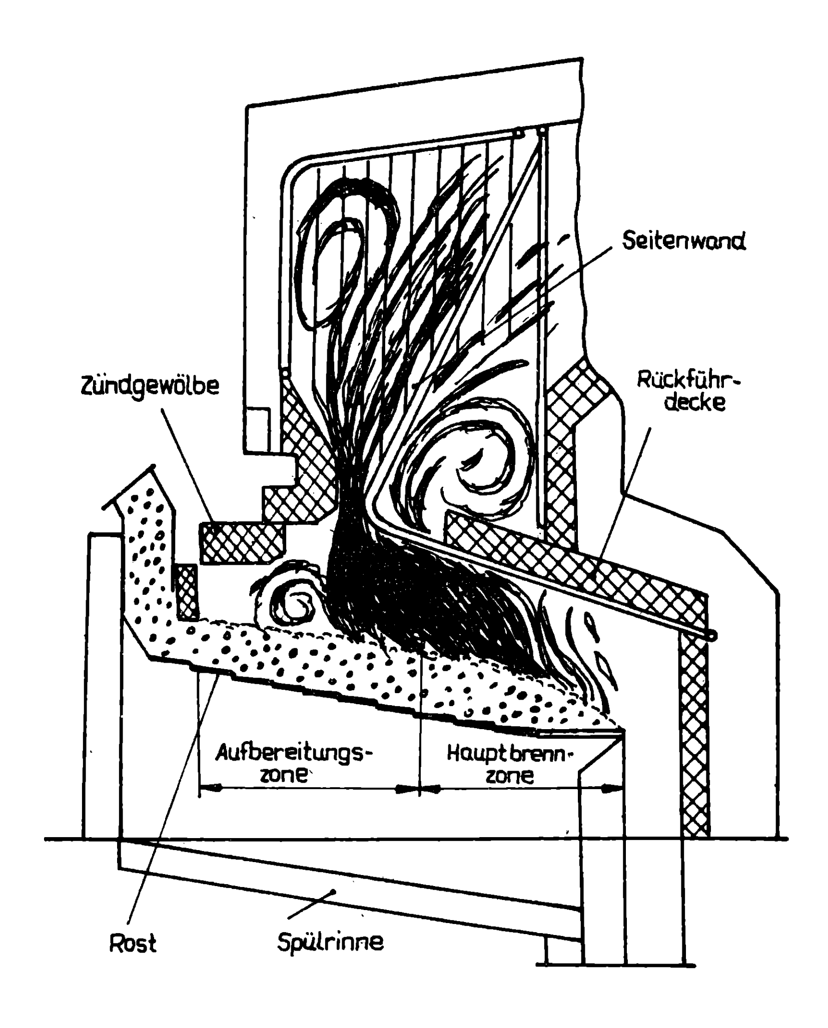


Bild 16: Schema Schwingschubrostfeuerung

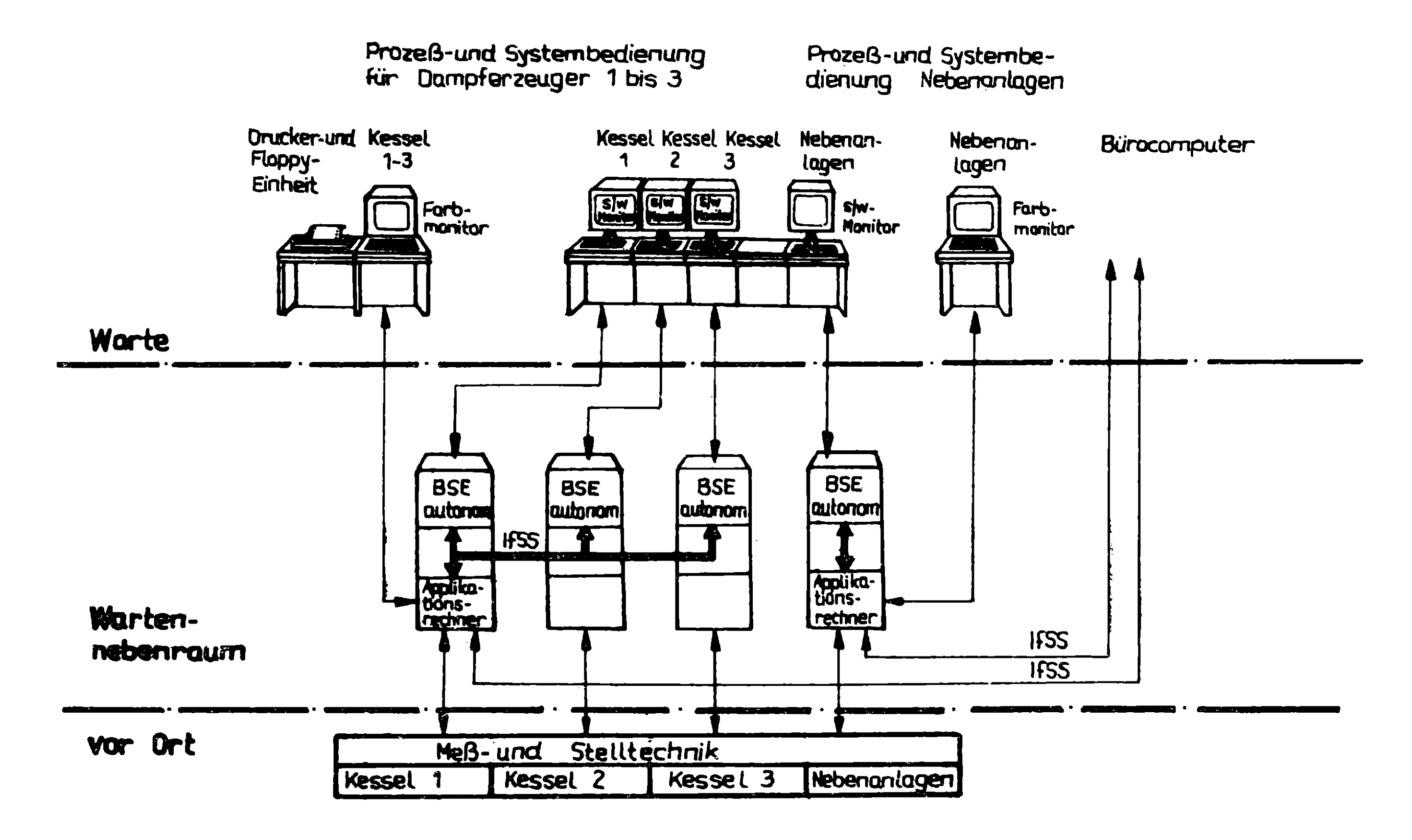


Bild 17 : Automatisierungsstruktur Heizwerk mit 3 x 40 t/h- Kessel und Nebenanlagen

Beide Applikationsrechner sind mit einem Buerocomputer gekoppelt, der folgende Aufgaben loest:

- Bilden des Schichtwertes aus den jeweiligen 8 Stunden-Mittelwerten

- Bilden des Tageswertes (24 h)

- Berechnung der Dampf- und Waermemengen fuer Dampferzeuger und Trassen

- Stoerablaufprotokoll mit Verlauf relevanter Prozessgroessen des signalausloesenden Anlagenteiles 10 Minuten vor und 5 Minuten nach Stoerungseintritt

3.1.3. Dampferzeugerleistungsregelung mit audatec

Die Dampferzeugerleistungsregelung ist mit konventioneller Technik sehr schwer zu realisieren, da 9 Regler in Kaskadenstruktur zusammenarbeiten und zahlreiche Nichtlinearitaeten und Beschraenkungen beachtet und realisiert werden muessen.

Bild 18 zeigt die Grundstruktur der Dampferzeugerleistungsregelung fuer die dreibahnige Schwingschubrostfeuerung.

Um eine sichere und zuverlaessige Arbeitsweise des Kessels zu gewaehrleisten, muss die Verbrennung moeglichst auf einem bestimmten festgelegten Bereich (Brennkante) erfolgen. Zur Verhinderung des Ueberfahrens der Brennkante des Rostes in die Aschezone werden die Rostbahnen durch Strahlungstemperaturmessungen, die am Ende jeder Rostbahn installiert sind, gebremst. Der Sauerstoffgehalt des Rauchgases wird fuer jede Rostbahn belastungsabhaengig geregelt.

Die Sammelschienendruckregelung mit unterlagertem Verbrennungsluftregler realisiert, dass die erzeugte Dampfmenge dem Leistungsbedarf entspricht.

Die Dampfmenge wird den einzelnen Reglern ueber Nichtlinearitaeten lastabhaengig vorgegeben und somit ein gutes Regelergebnis erreicht. Die Erprobungsergebnisse im Heizwerk Bautzen fuehrten dazu, dass bei Folgevorhaben die oertlichen Leitstaende entfallen und das gesamte Heizwerk von der Waermewarte aus bedient wird.
Es werden die Gebrauchswerteigenschaften des Kessels erhoeht und eine Reihe von Verbesserungen und Einsparungen erzielt:

- jaehrliche Einsparung von 8.800 t Braunkohle durch eine Wirkungsgradverbesserung von 1 %

- Erreichen der geforderten Regelguete

- Verminderung des Bedienaufwandes um eine Arbeitskraft

- Verminderung des Bauaufwandes durch Abschaffung der oertlichen Leitstaende bei Folgevorhaben

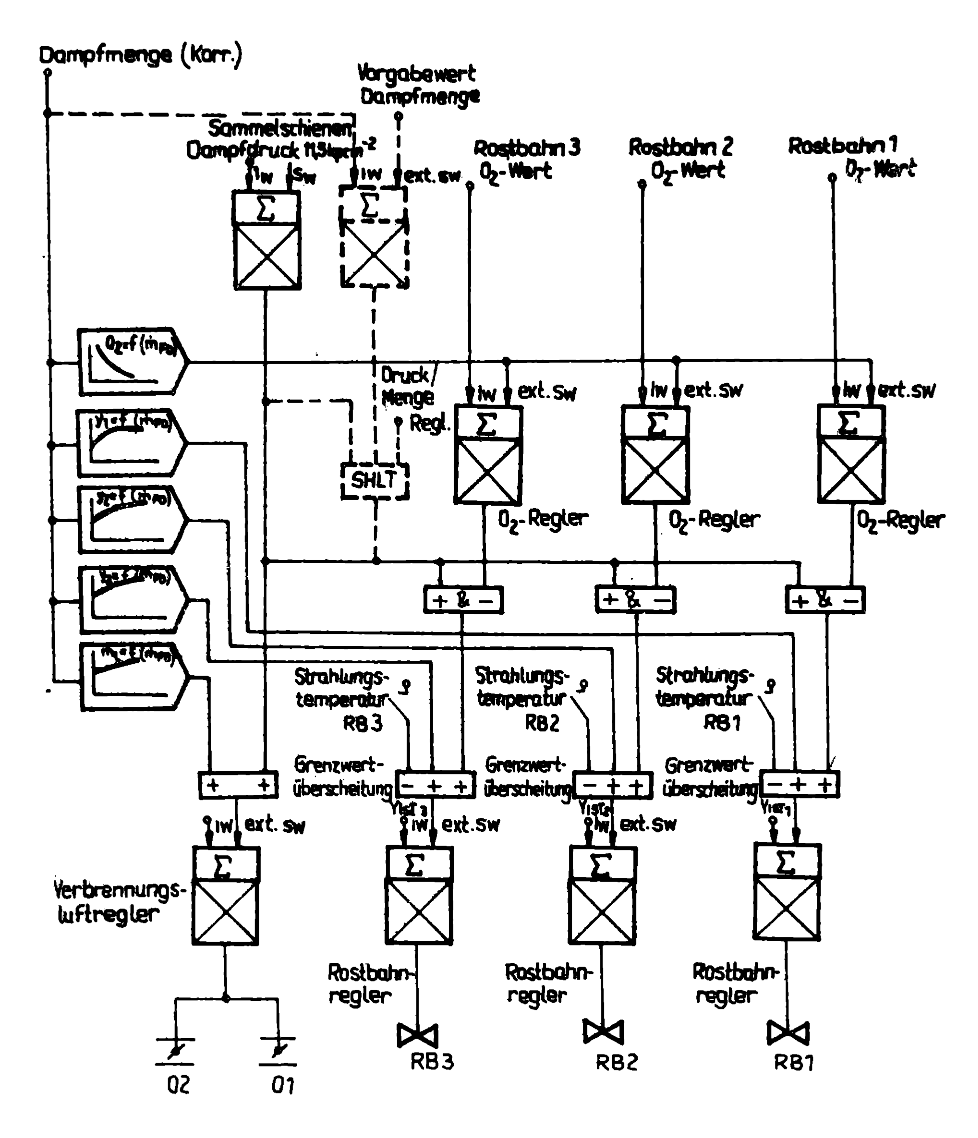


Bild 18: Regelungstechnische Struktur der Dampferzeuger-Leistungsregelung mit Sammelschienendruckregler

3.2. Rekonstruktion eines 100 MW-Kraftwerksblocks

3.2.1. Automatisierungskonzeption

Fuer die 100 MW-Bloecke des Kraftwerkes Luebbenau/Vetschau wurde eine Gesamtkonzeption zur Anlagenmodernisierung und -stabilisierung erarbeitet, in der zur Sicherung der Funktionstuechtigkeit und zur Erneuerung der Automatisierungsanlagen verschiedene, aufeinander abgestimmte Verfahrensweisen genutzt werden /5/.

Zur Minimierung der erforderlichen Investaufwendungen werden nur die vorhandenen Mess- und Regelungsanlagen durch das Prozessleitsystem audatec ersetzt. Beim Steuerungssystem wird die weitere Nutzung der bisherigen Steuerungstechnik vorgesehen.

Es sind 450 analoge und 250 binaere Signale im Prozessleitsystem audatec zu verarbeiten. Bild 19 zeigt den Anlagenkonfigurator.

Im Bedienbereich sind drei Pultsteuerrechner und ein Applikationsrechner eingesetzt. Den Wartenaufbau zeigt Bild 20. Ein Pultsteuerrechner arbeitet als Pult freie Bilder. Er stellt folgende Anlagenbilder dar:

- Inhaltsverzeichnis
- Blockuebersicht
- Kohle-Staub-Feuerung
- Trommel
- Frischdampfsystem
- Zwischendampfsystem
- Stationen
- Rauchgas
- Luftsystem
- Turbine (Gehaeusetemperatur, Dampfparameter)
- Turbine (Lagertemperatur, Schwingung, Oeldruecke, Axialspiel)
- Generator
- Kondensator
- Niederdruck-Vorwaermung
- Speisewasserbehaelter/Speisepumpen
- Hochdruck-Vorwaermung

Der Wartenrechner K 1520 uebernimmt die Protokollierung und befindet sich im Rechnerraum. Fuer das Informationssystem werden drei Basiseinheiten eingesetzt. Das Regelungssystem wird mit zwei Basiseinheiten und acht Mikroprozessorreglern realisiert.

Ein Applikationsrechner ohne Bedientechnik uebernimmt Aufgaben der Sollwertfuehrung und Optimierung der Regelkreise. Die Bedienung aller Regelkreise ist mit Leitgeraeten und gleichzeitig mit den Pultsteuerrechnern moeglich, wobei am Leitgeraet die Pultsteuerrechnerbedienung gesperrt werden kann.

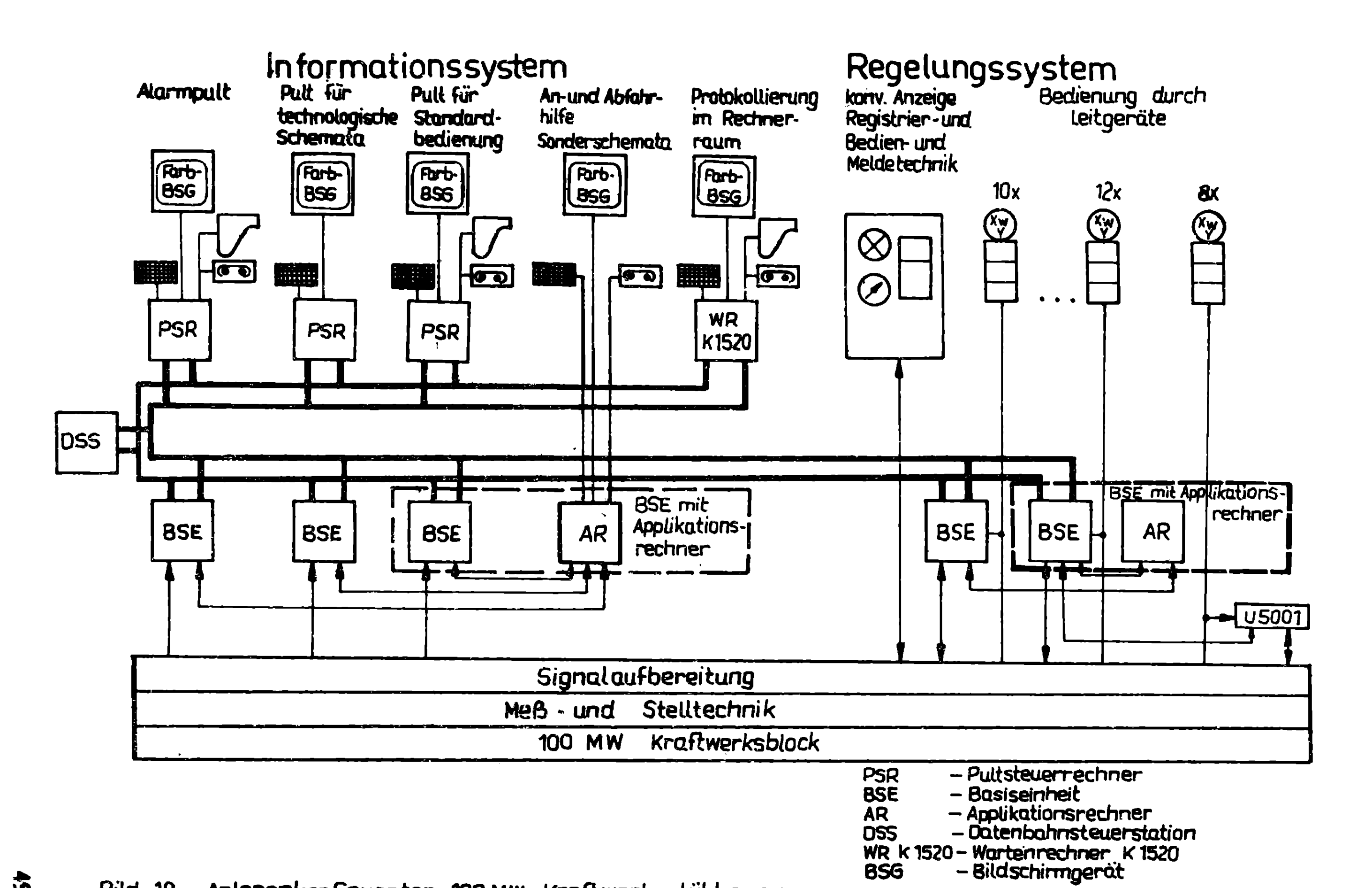
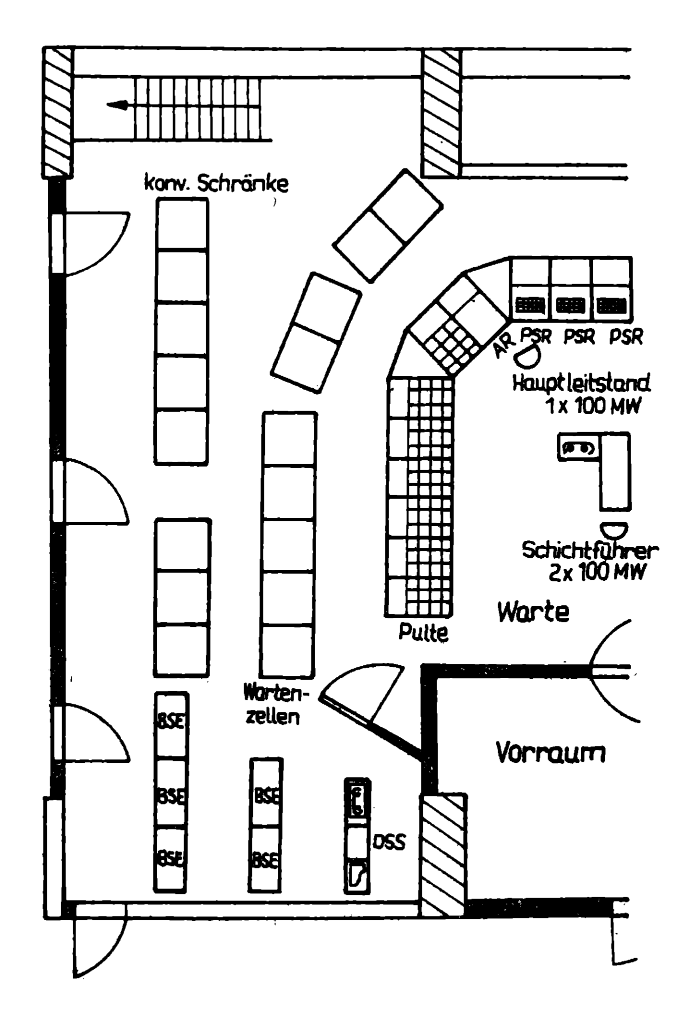


Bild 19: Anlagenkonfigurator 100 MW Kraftwerk Lübbenau



PSR – Pultsteuerrechner
AR – Applikationsrechner
BSE – Basiseinheit
DSS – Datenbahnsteuerstation

Bild 20 Wartenausschnitt aus Doppelblockwarte 2x100 MW

Die konventionelle Instrumentierung ist so ausgelegt, dass der Block bei Ausfall der rechentechnischen Einheiten gefahrlos im Geradeausbetrieb oder sicher abgefahren werden kann.

Im Kraftwerk Luebbenau, in dem die Rekonstruktion der 100 MW-Kraftwerke 1988 beginnt, wurde 1986 eine Pilotanlage des Prozessleitsystems audatec realisiert. Die Pilotanlage enthaelt alle Komponenten der Gesamtrekonstruktion der Automatisierungsanlage und diente neben der Industrieerprobung gleichzeitig der Schulung les Betreiberpersonals.

Die vorliegenden Erprobungsergebnisse bestaetigen die Einsetzbarkeit des Prozessleitsystems audatec im Kraftwerk. Es wird eine Erhoehung der Verfuegbarkeit des 100 MW-Blockes, eine Senkung des Bedien- und Instandhaltungsaufwandes, eine Erhoehung der Lebensdauer und eine Verbesserung der umweltschonenden Betriebsweise erreicht. Jaehrlich werden 7.000 t Rohbraunkohle und drei Arbeitskraefte eingespart.

Es wird eine Wirkungsgraderhoehung um 1,5 %, besonders durch die verbesserte Verbrennungsgueteregelung, erzielt. Die Anfahrzeiten werden um 10 Minuten verkuerzt.

3.2.2. Regelungssystem

Fuer die Realisierung von Regelungen bietet das Prozessleitsystem audatec 4 Varianten entsprechend Abschnitt 1.3. Zur Rekonstruktion des 100 MW-Blockes wurden folgende Varianten eingesetzt:

1. Mehrkanalregelung mit Basiseinheiten;
   Doppelbedienung mit Pultsteuerrechner und Leitgeraeten

2. Einkanalregelung mit Mikroprozessorreglern RBS 05;
   Doppelbedienung mit Bedienpult und Leitgeraet

Ueber die mehrkanalige Basiseinheiten werden folgende Regelkreise realisiert:

- Ueberhitzertemperaturregelkreise (10 Regelkreise)
- Druckregelung Hochdruckstationen
- Temperaturregelung Hochdruckstation 1 und 2
- Druckregelung Entgaserstation
- Druckregelung 50 t/h Netzstation
- Stopfbuchsenentdampfung
- Stopfbuchsenbedampfung
- Niveauregelung Kuehltrumtrassen

Ueber Einkanalregler RBS 05 werden folgende Regelkreise des 100 MW-Blockes realisiert:

- Wasserstand
- Feuerraumunterdruck
- Verbrennungsgueteregelung
- Belastungsregelung
- Muehlentemperaturregelung (4 Regelungen)

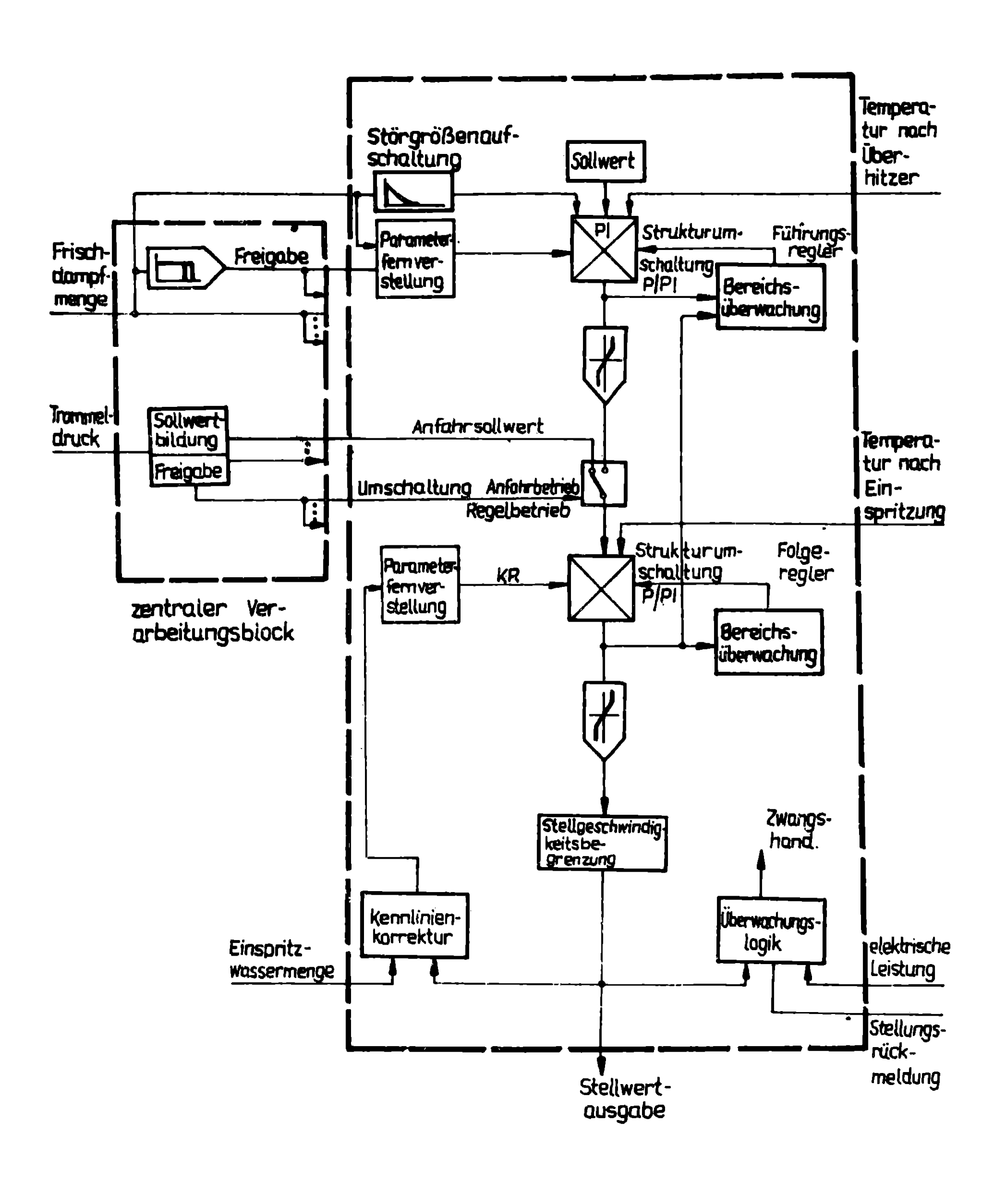


Bild 21 Strukturplan der Temperaturregelung für eine einzelne Überhitzerstufe

Bild 21 zeigt die Realisierung einer einzelnen Stufe der Heiss- und Zwischendampftemperaturregelung ueber Kaskadenregelung in der BSE.

Als Stoergroessenaufschaltung erfolgt die differenzierte Aufschaltung der Frischdampfmenge. Die Bedienung der einzelnen Kreise kann ueber Bedienpult oder ueber Leitgeraet erfolgen, wobei pro Regelungskaskade nur ein Leitgeraet eingesetzt wird. Das Anfahren erfolgt abgeleitet vom Trommeldruck ueber Folgeregler.

Um eine optimale Arbeitsweise der Regelung im Lastbereich zu gewaehrleisten, werden Verstaerkung und Nachstellzeit des Fuehrungsreglers in Abhaengigkeit von der gefahrenen Dampfmenge verstellt. Ueber die Fuehrung des Parameters K_R des Folgereglers werden Nichtlinearitaeten der Ventilkennlinie ausgeglichen.

Die Stellgeschwindigkeit wird am Folgeregler begrenzt. Fuer den Stellungsregelkreis erfolgt eine Ueberwachung der Abweichung zwischen Vorgabewert (Stellwert) und Rueckfuehrwert; im Stoerungsfall wird ein 'Zwangshand' ausgeloest.

Ueber Eingriff auf den Sollwert des Fuehrungsreglers koennen strangbezogene Korrekturen durchgefuehrt werden. Die Realisierung der Funktionen erfolgt ueber Verschaltung der Standardbasismodule in der BSE.

Bild 22 zeigt die Regelungsstruktur mit Optimisator und Regelungskaskade fuer die Verbrennungsgueteregelung, wie sie im Kraftwerk Hagenwerden III erprobt wurde.

Bei der Kaskadenregelung werden der O_2-Gehalt des Rauchgases und der Sollwert einem Fuehrungsregler aufgeschaltet. Dieser Sollwert kann je nach Betriebsart als interner (Festwert) oder externer Sollwert, gebildet ueber die Frischdampfmenge und das Rechenglied, gebildet werden.

Das Ausgangssignal dieses Reglers wirkt in Summation mit dem bewerteten Dampfmengensignal als externer Sollwert auf dem Folgeregler. Als Istwert wird diesem die zugefuehrte Luftmenge aufgeschaltet. Die Stoergroessen sind auf dem Folgeregler aufgeschaltet.

Bei Drehzahlumschaltung der Frischluftmotoren verbleibt die Regelung durch Strukturumschaltung in Automatikbetrieb. Zwischen allen Betriebsarten erfolgt eine stossfreie Umschaltung.

Im Kraftwerk Luebbenau kommt eine Loesung ohne Optimisator zum Einsatz.

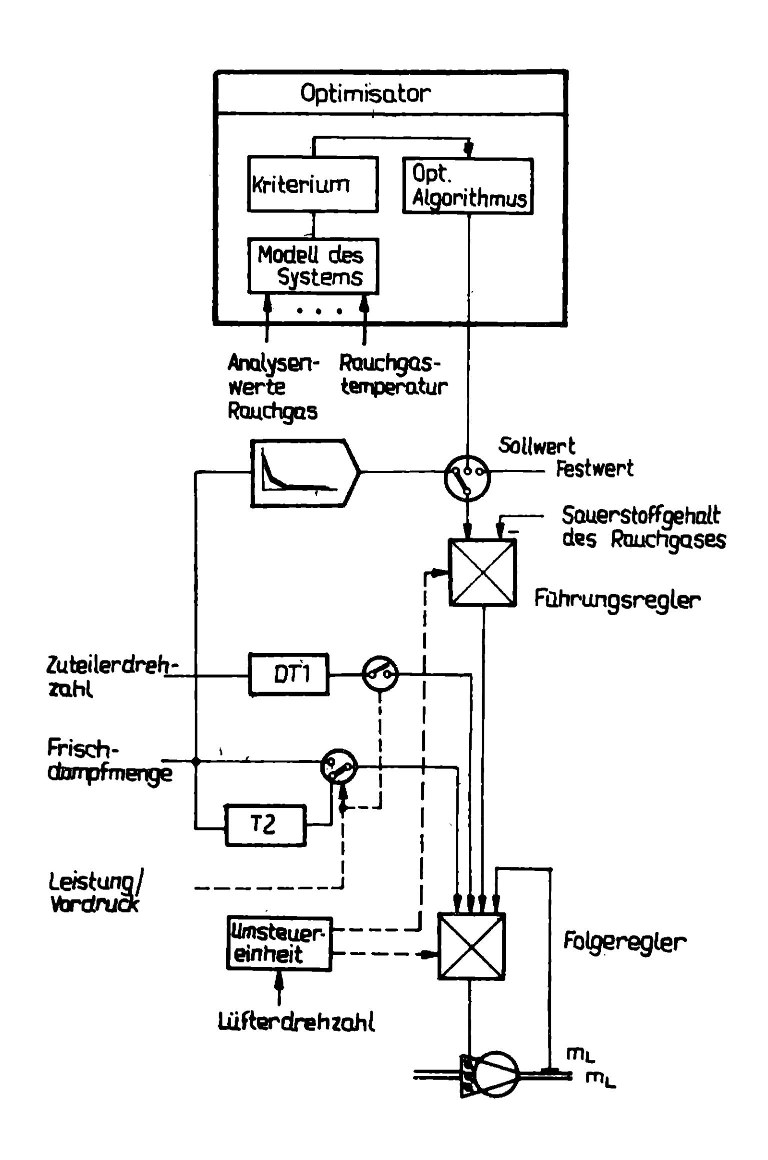


Bild 22: Verbrennungsgüteregelung

3.2.3. Aufgaben eingesetzter Applikationsrechner

Fuer die Realisierung von Aufgaben der Blockleittechnik werden speziell programmierte Applikationsrechner fuer folgende Funktionen eingesetzt:

- Anfahrueberwachung fuer alle Startarten des Kessels mit Gradientenueberwachung
- Ausgabe von Bedienhinweisen
- Darstellung der Sollanfahrkurven
- Lebensdauerueberwachung auf der Grundlage von Belastungskollektiven von hochbeanspruchten Bauteilen
- Kennwertfuehrung von Regelkreisen
- Darstellung spezieller technologischer Schemata fuer den Anfahrprozess

a) Anfahrueberwachung:

Im Bild 23 ist der Ablauf fuer die Funktion Anfahrueberwachung dargestellt. Der Anfahrprozess wird in eine Reihe von Schritten gegliedert, die gemischt seriell/parallel abgearbeitet werden (--> paralleles Anfahren von Kessel unf Turbine in bestimmten Betriebsphasen, seriell jeweils fuer Kessel und Turbine).

Der Verarbeitungsalgorithmus pro Schritt wird im Bild 24 vereinfacht dargestellt. In einer Vorbereitungsphase in der Startvariante und Anstossparameter festgelegt werden, sind die Armaturstellungen fuer Hauptaggregate, Rohrleitungen und Turbine herzustellen.

Nach Quittierung des Starts des Anfahrens werden fuer die einzelnen Schritte Fortschaltkriterium (z. B. Erreichen bestimmter technologischer Parameter, Wartezeiten) geprueft.

Bei erfuellten Kriterien werden entsprechende Bedienerhinweise (z. B. 1. Muehle im Betrieb, 1. Saugzug im Betrieb, 2. Muehle im Betrieb, usw.) ausgegeben.

Loeschkriterien fuer diese Hinweise koennen eine Quittung durch den Bediener oder Rueckmeldekontakte fuer erfolgte Schalthandlungen sein. Die Darstellung erfolgt auf einem speziellen Anfahrbild (Bild 25), auf dem Sollverlauf des Anfahrens, aktueller Anfahrzustand, Gradienten (Istgradienten, zulaessige Gradienten), Gradientenverletzungen und Bedienerhinweise zusammengestellt sind.

Um den Anfahrverlauf darzustellen, stehen spezielle technologische Schemata zur Verfuegung, die Kurztrends fuer wichtige Prozessgroessen enthalten.

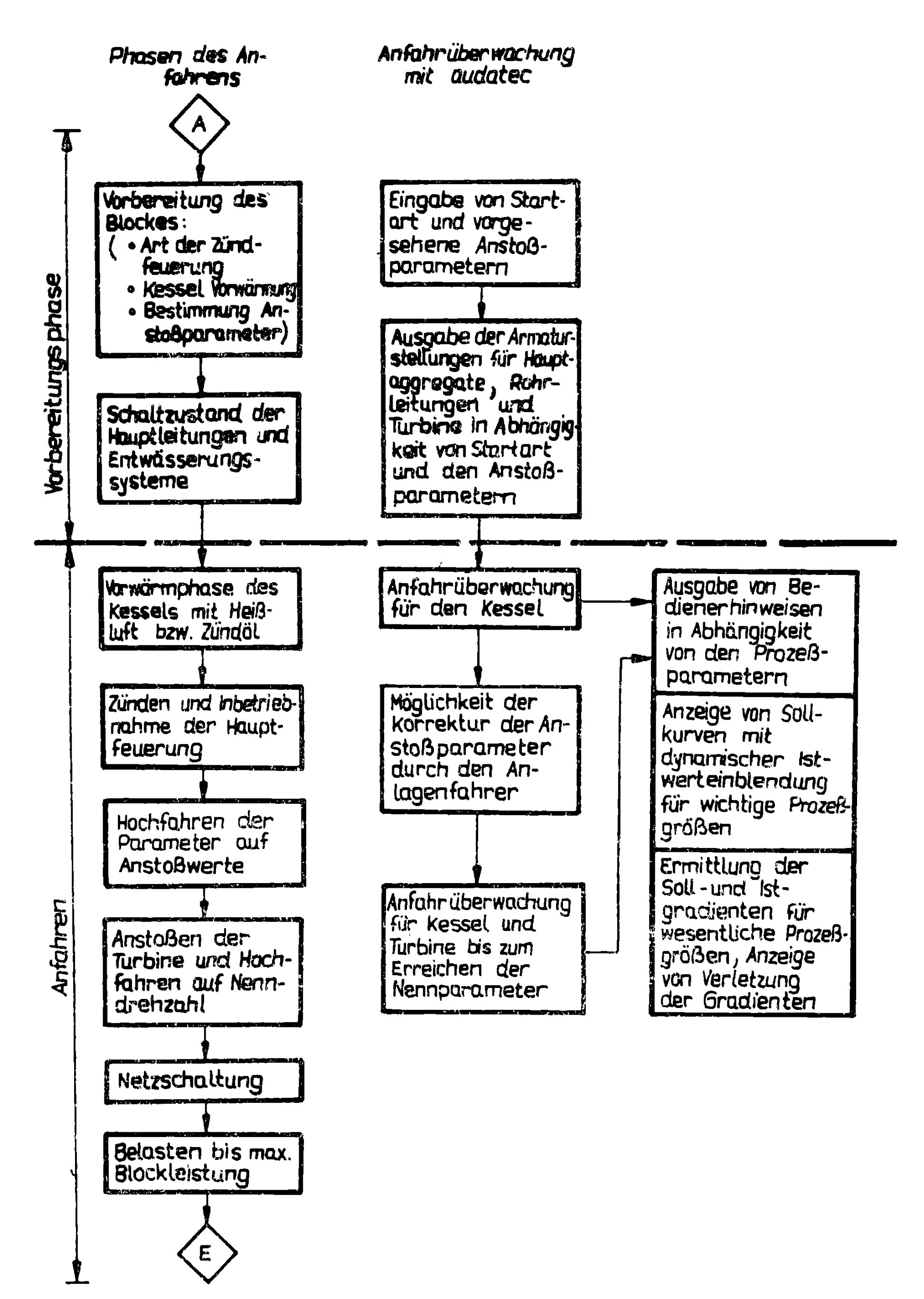


Bild 23: Prinzipieller Ablauf des Anfahrvorganges

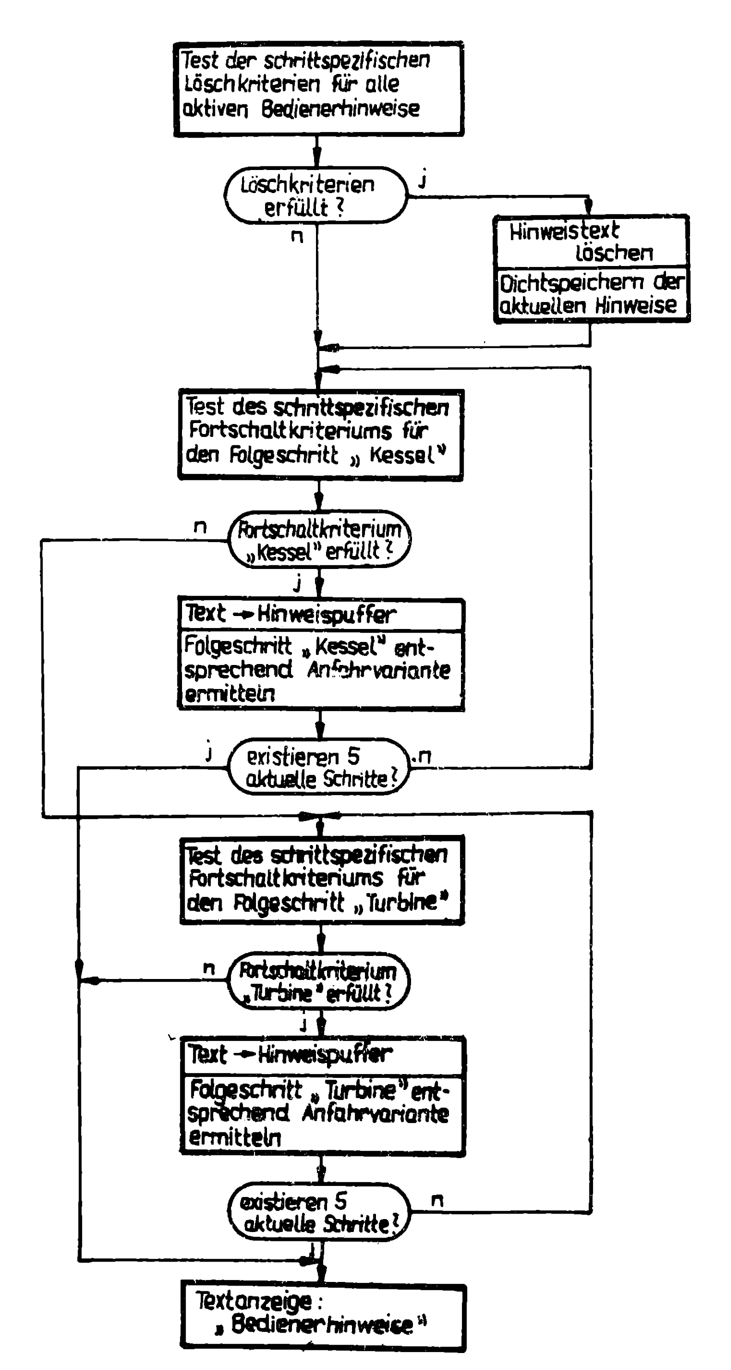
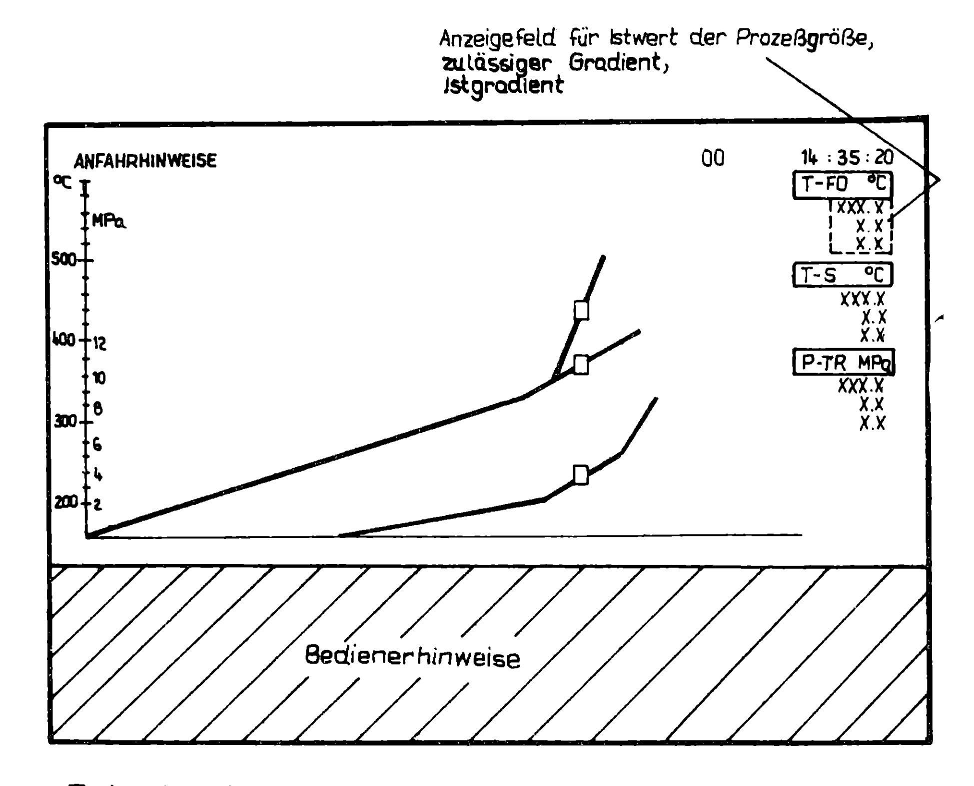


Bild 24 : Prinzipieller Aufbau des Programms „Generierung der Anfahrhinweise"



□ - dynamische Einblendung der aktuellen Prozeßgröße auf der Sollkurve

Bild 25: Anfahrbild fuer Kessel bis zum Haltepunkt

b) **Kennwertfuehrung von Regelkreisen**

Die Sollwerte einer Reihe von Regelkreisen (s. Abschnitt 3.2.2.) sind waehrend des Anfahrvorganges bis zu den Betriebsparametern zu erhoehen. Ebenso sind eine Reihe von Regelstreckenkennwerten lastabhaengig.

Um eine zufriedenstellende Regelung im Anfahrbetrieb und in verschiedenen Lastbereichen zu gewaehrleisten, sind Struktur- und/oder Parameterumschaltungen an den Regelkreisen zu realisieren.

Dazu wird bei den 100 MW-Bloecken ein weiterer Applikationsrechner eingesetzt.

3.3. Rekonstruktion von 210 MW-Bloecken

3.3.1. Automatisierungskonzeption

Bei der Realisierung von grossen Kraftwerksbloecken werden hoehere Anforderungen an die Blockleitebene gestellt, d. h. folgende Aufgaben wie

- materialschonende Fahrweise
- Ueberwachung der Materialbeanspruchung und Schadensfrueherkennung
- Funktionen der Blockleitung und Bilanzierung
- Nachweisfuehrung und Archivierung

gewinnen an Bedeutung. Diese Aufgaben werden mit wesentlich verbesserten Algorithmen abgearbeitet, die hoehere Speicherkapazitaeten und Verarbeitungsgeschwindigkeiten bedingen. Hier kommen 16-Bit-Applikationsrechner zum Einsatz.

Je nach Umfang der Rekonstruktion muessen bei einem 210 MW-Block 600 - 800 Analogwerte und 1.000 - 1.400 Binaersignale verarbeitet werden.

Tabelle 9 zeigt ein Beispiel zur Aufteilung der Signale auf die einzelnen Funktionsgruppen.

Der Anlagenkonfigurator, der sich daraus ergibt, soll hier nicht betrachtet werden, da das Prinzip ausfuehrlich im Punkt 3.2. behandelt wurde.

Fuer die Realisierung der Aufgaben der Blockleitebene werden bei einem 210 MW-Block vier 16-Bit-Applikationsrechner eingesetzt, die vom audatec-Bus mit Messwerten versorgt werden und Fuehrungsgroessen ueber den audatec-Bus an das Bedienpersonal geben.

3.3.2. Leitrechner fuer Dampferzeuger, Turbine, Rohrleitungen und Stationen /6/

Es werden aus kontinuierlich erfassten Prozessgroessen die zu erwartenden Materialbeanspruchungen (Waermespannungen in dickwandigen/kritischen Bauteilen) berechnet und die zulaessigen Aenderungsgeschwindigkeiten fuer Druecke und Temperaturen (Fuehrungsgroessen) ermittelt.

Der Zustand der Materialermuedung wird kontrolliert und damit notwendige Hinweise zur Instandsetzung gegeben. Es sind ca. 30 - 50 analoge Messwerte in Zyklen von 5 bis 20 s zur Berechnung der Wechselfestigkeit und im Zyklus von 3 Minuten fuer Zustandsberechnungen zu verarbeiten.

Zur Informationsdarstellung werden Grafikdisplay und Drucker, zur Speicherung von Langzeitdaten Diskette bzw. Festkopfplatte eingesetzt.

Funktionsgruppe	Belegung der Prozessein/ausgabe			
	Analog-eingabe	Binaer-eingabe	Binaer-ausgabe	Rege-lungen
Luft-Rauchgas-System	244	114	1	5
Wasser-Dampf-System	179	69		22
Kohlenstaub-System	88	48		4
Speisewasser-System	35	87	1	2
Dampfdruckreduzier- und -Kuehl-System	9	12	1	4
Turbine	154	198	8	15
Generatorkuehlung	90	24		
Wasserchemische Messung	14	27		3

Tabelle 9: Aufteilung der Messgroessen eines rekonstruierten 210 MW-Blockes auf Funktionsgruppen und Ein/Ausgangskanaele

Einen besonderen Platz nimmt die Turbinendiagnoseeinheit ein, da hier Spezialbasiseinheiten zur Erfassung der Wellen- und Lagerschwingungen eingesetzt werden muessen. Zusaetzlich ist hier ein Diagnoserechner erforderlich, der wichtige Informationen an das Bedienpersonal ausgibt.

Abkuerzungsverzeichnis

AE - Betriebsart Automatik/Extern
AI - Betriebsart Automatik/Intern
AR - Applikationsrechner
BA - Binaerausgabe
BE - Binaereingabe
BSE - Basiseinheit
BSG - Bildschirmgeraet
DSS - Datenbahnsteuerstation
ETA - Elektronische Anlage
H - Betriebsart Hand
H/A - Betriebsart Hand/Automatik
ISI - Intelligentes Serielles Interface
KOM - Kommunikationsstelle
KR - Reglerverstaerkung
PSR - Pultsteuerrechner
s/w - schwarz/weiss
TN - Nachstellzeit
VAP - Verarbeitungsprogramm
WR - Wartenrechner

Tabellenuebersichten

Bilduebersichten

Literaturverzeichnis

/1/ Jahrbuch der Dampferzeugungstechnik, Bd. 2, 5. Ausg. - Essen: Vulkan-Verlag, 1985/86

/2/ Katalog Automation Bauteile vom VEB Geraete- und Regler-Werke 'Wilhelm Pieck' Teltow, Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

/3/ Katalog Automation Projektierungsvorschriften vom VEB Geraete- und Regler-Werke 'Wilhelm Pieck' Teltow, Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

/4/ Katalog Automation Software vom VEB Geraete- und Regler-Werke 'Wilhelm Pieck' Teltow, Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

/5/ Koehler, K.; Haase, P.; Baubkus, R.; Schulz, I.: Ein neues Informationssystem fuer die 100 MW-Bloecke. ORGEB-Institut fuer Kraftwerke Informationen 129/86

/6/ Lasch: Konzeption zum rechnergestuetzten Informations- und Leitsystem fuer die Modernisierung der 210 MW-Bloecke im KW Boxberg. Zentrum Forschung und Rationalisierung des Kraftwerksanlagenbaus der DDR, 3/88